TÜBİTAK

58. yılında

Bilim ve Teknik

Aylık Popüler Bilim Dergisi Aralık 2024 Yıl 58 Sayı 685 - 29 TL

BEYİN MİKROBİYOMU

Beynimiz, bazı mikroorganizmalara ev sahipliği yapıyor.

Görevi Bittiğinde Uluslararası Uzay İstasyonu'na Ne Olacak?

Türkiye'nin 2024'teki Bilimsel ve Teknolojik Atılımları

Biyolojik Moleküller, Topoloji ve Yapay Zekâ

Kişiselleştirilmiş Kanser Tedavisi

POSTER EKİ
Yaşamın Kodu: DNA

"Benim mânevi mirasım ilim ve akıldır."
Mustafa Kemal Atatürk

Bilim ve Teknik

Aylık Popüler Bilim Dergisi
Yıl 58 Sayı 685
Aralık 2024

İmtiyaz Sahibi
TÜBİTAK Adına Başkan
Prof. Dr. Orhan Aydın

Genel Yayın Yönetmeni ve Sorumlu Yazı İşleri Müdürü
Ömer Kökçam

Dergiler Müdürü
Kübra Bal Çetinkaya

Yayın Yönetmeni
Dr. Özlem Kılıç Ekici

Editör
Dr. Tuba Sarıgül

Yayın Danışma Kurulu
Ömer Kökçam
Fatma Başar
Kübra Bal Çetinkaya
Prof. Dr. Emine Adadan
Dr. E. Sümeyra Turalı Emre
Prof. Dr. Ersin Göğüş
Dr. S. Enes Kotil
Prof. Dr. Evren Mutlugün

Araştırma ve Yazı Grubu
Dr. Özlem Ak
Dr. Bülent Gözcelioğlu
Mesut Erol
Dr. Mahir E. Ocak
Dr. Tuba Sarıgül
İlay Çelik Sezer
Hayriye Yetiş

Redaksiyon
Berranur Beşir
Mehmet Sığırcı

Grafik Tasarım
Hüseyin Diker
Ayşe Dilara Cumhur

Web-Mobil Uygulama-Sosyal Medya
Dr. Tuba Sarıgül
Rıza Berkay Ayçelebi
Ebru Yavuz

Mali Yönetmen
Adem Polat

Mali ve İdari Hizmetler
M. Furkan Aktaş

İletişim Bilgileri
TÜBİTAK Bilim ve Toplum Başkanlığı
Dergiler Müdürlüğü
Bilim ve Teknik Dergisi
Remzi Oğuz Arık Mah.
Tunus Cad. No:80
06540 Çankaya ANKARA
bteknik@tubitak.gov.tr
bilimteknik.tubitak.gov.tr

Abone İlişkileri
abone@tubitak.gov.tr
yayinlar.tubitak.gov.tr

Baskı
Başak Matbaacılık Tanıtım
Hizmetleri İth.İhr. A.Ş.
basakmatbaa.com

Baskı Tarihi 20.11.2024

Dağıtım Turkuvaz Dağıtım Pazarlama A.Ş.
tdp.com.tr

Bilim ve Teknik Dergisi, Milli Eğitim Bakanlığı [Tebliğler Dergisi, 30.11.1970, sayfa 407B, karar no: 10247] tarafından lise ve dengi okullara; Genelkurmay Başkanlığı [7 Şubat 1979, HRK: 4013-22-79 Eğt. Krs. Ş. sayı Nşr.83] tarafından Silahlı Kuvvetler personeline tavsiye edilmiştir.

ISSN 977-1300-3380
Fiyatı 29 TL (KDV Dahil)

Her ayın 1'inde çıkar.

Beynin, çeşitli mikroplardan oluşan bir popülasyona ev sahipliği yaptığını biliyor muydunuz? Beyin mikrobiyomu dediğimizde beyinde bulunan bazı virüs, mantar, bakteri ve diğer mikropların varlığından söz ediyoruz. Yani beynimiz sandığımız kadar steril bir organ değil! Peki tüm bu karmaşık mikroorganizma topluluğu beynimize nasıl giriyor, beyne nasıl etki ediyor, içlerinde faydalı olanlar da var mı yoksa hepsi bazı hastalıklarla ve nörodejeneratif bozukluklarla mı ilişkilendiriliyor? Beyin mikrobiyomu insanlar arasında farklılık gösteriyor mu? Tüm bu soruların cevabını Özlem Ak bu ayki yazısında ele alıyor.

Ülkemizin ve Türk bilim insanlarının 2024 yılında gerçekleştirdiği ses getiren bazı bilimsel çalışmaları ve teknolojik atılımları Tuba Sarıgül sizler için bir araya getirdi. Bir diğer yazısında da 2030'da görevi sonlandırıldığında Uluslararası Uzay İstasyonu'nun durumunun ne olacağına değiniyor. Mahir Ocak bu ayki yazısında biyolojik moleküllerdeki düğümler üzerine çalışmalar yapan araştırmacıların, uzun yıllardır çözülemeyen bir matematik probleminin çözümünde yapay zekâyı nasıl kullandıklarını anlatıyor. İlay Çelik Sezer, kişiselleştirilmiş kanser tedavisinde son zamanlarda kullanılmaya başlanan işlevsel ilaç testleriyle "her şeyi dene" yaklaşımından bahsediyor. Bu ayki posterimizde yaşamın kodu DNA'yı ele alıyoruz.

"Yapay Zekâ Kokunun Biyolojisini Çözebilir mi?", "Kozmik Artalan Işımasında Karanlık Fotonlara Dair Bir İz Bulunamadı" ve "Göktaşlarının İçinde Uzay Yolculuğu" yazılarımız ile farklı ilgi alanlarına hitap eden Bilim ve Teknik ile Büyüdüm, Bilim Haberleri, Bilim Çizgi, Tekno-Yaşam, Merak Ettikleriniz, Bilim Tarihinden Notlar, Doğa, Gökyüzü, Düşünme Kulesi, Satranç, Ayın Sorusu, Zekâ Oyunları ve Yayın Dünyası başlıklı köşelerimizi de beğenerek okuyacağınızı umuyoruz.

Bilim ve Teknik elektronik dergi arşivi (son dört sayı hariç) ücretsiz olarak herkesin erişimine açıktır (services.tubitak.gov.tr/edergi). Dergimizin daha düşük fiyata ve ücretsiz kargoyla sizlere ulaşacağı abonelik fırsatından faydalanmak ayrıca hem yeni hem de eski sayılarımızı satın almak için yayinlar.tubitak.gov.tr adresini ziyaret edebilir, "TÜBİTAK Yayınlar" mobil uygulamasını da indirebilirsiniz. Dergimizin internet sayfasını (bilimteknik.tubitak.gov.tr) ve sosyal medya hesaplarını da takip edebilir, hayatınızdaki yerini ve size neler kattığını bizlerle paylaşabilirsiniz (bteknik@tubitak.gov.tr).

Nesiller büyüten dergimizin bu sayısını da ilgiyle okumanızı diliyor, sonraki sayılarımızı sabırsızlıkla bekleyeceğinizi umuyoruz.

Sağlıcakla ve bilimle kalın... Unutmayın #bilimokuyanbilir!

Saygılarımızla,
Özlem Kılıç Ekici

ISSN 13003380
85
9 771300 338001

İçindekiler

16
2024'te Ülkemizden ve Türk Bilim İnsanlarından Çığır Açıcı Bilimsel ve Teknolojik Gelişmeler

Tuba Sarıgül

İlk Türk astronotun uzaya gidişinden ilk özgün tasarımlı haberleşme uydumuzun göreve başlamasına, Türk bilim insanlarının uluslararası düzeyde bilime katkı sağlayan yenilikçi araştırmalarından ilk yerli savaş uçağımız KAAN'ın gökyüzüyle buluşmasına; ülkemizin 2024'teki bilimsel ve teknolojik atılımlarını sizler için bir araya getirdik.

30
Biyolojik Moleküller, Topoloji ve Yapay Zekâ

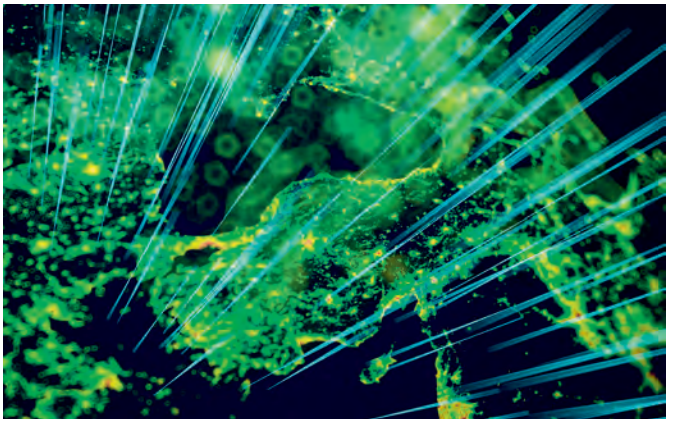
Mahir E. Ocak

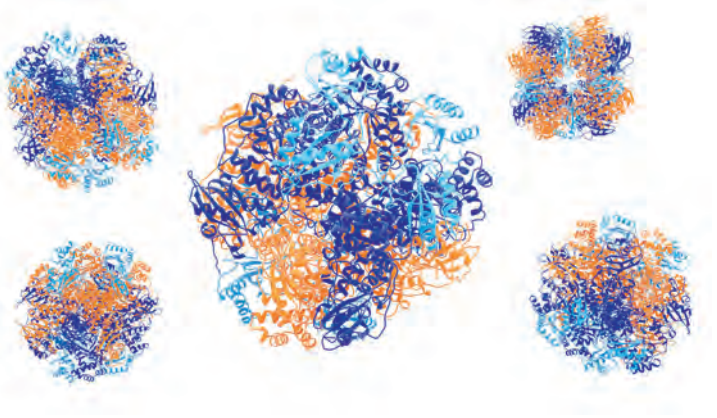
Proteinler ve DNA gibi biyolojik moleküllerdeki düğümler üzerine çalışmalar yapan araştırmacılar, yüz yıldan uzun bir süredir çözülemeyen bir matematik problemiyle karşı karşıya kalıyor. Son bilimsel çalışmalar, yapay zekânın bu sorunun çözümünde de yararlı olabileceğini gösteriyor.

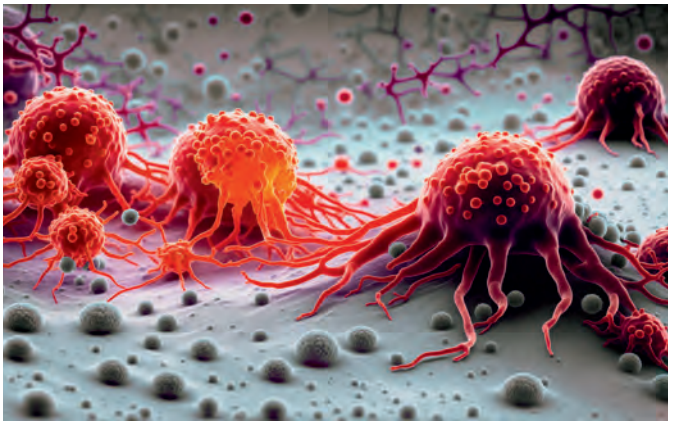
46
Kişiselleştirilmiş Kanser Tedavisinde İşlevsel İlaç Testleriyle "Her Şeyi Dene" Yaklaşımı

İlay Çelik Sezer

Son yıllarda giderek daha çok gündeme gelmeye başlayan ve bazı klinik denemelerin destekleyici sonuçlar verdiği, "kişiselleştirilmiş işlevsel ilaç testleri" olarak adlandırılabilecek yeni bir yaklaşım kişiselleştirilmiş kanser tedavilerinin başarı oranını artırabilecek gibi görünüyor.







4
***Bilim ve Teknik* ile Büyüdüm**
Özlem Ak

6
Haberler

14
Kozmik Sahneden Bir Çift Göz: Etkileşen Sarmal Gök Adalar
Faruk Soydugan

26
Bilim Çizgi
Mary Anning
Sinancan Kara

28
İlk Kez Kök Hücrelerle Diyabet Tedavisi Yapıldı
Özlem Ak

38
Tekno-Yaşam
Gürkan Caner Birer

42
Gen Terapisiyle Obeziteye Müdahale
Özlem Ak

44
Üç Yaş Altı Çocuklar Teknolojiyi Nasıl Kullanıyor?
Özlem Ak

58
Merak Ettikleriniz
Mesut Erol

60
Kozmik Artalan Işımasında Karanlık Fotonlara Dair Bir İz Bulunamadı
Mahir E. Ocak

Araştırmada elde edilen sonuçlar, karanlık fotonların var olmadığına dair kesin kanıt sunmasa da karanlık fotonların kütlesinin belirli bir aralığın içinde olamayacağını gösteriyor.

62
Yapay Zekâ Kokunun Biyolojisini Çözebilir mi?
Özlem Ak

67
41 Milyon Basamaklı Yeni En Büyük Asal Sayı Bulundu
Elif Ebren Kaya

68
Beynin de Mikrobiyomu Var!
Özlem Ak

Sağlıklı bir beyinde hangi mikropların bulunduğuna dair tam bir harita henüz çıkarılmış değil. Beyindeki bazı mikroorganizmaların faydalı olup olmadığı da tam olarak bilinmiyor.

73
Göktaşlarının İçinde Uzay Yolculuğu
Mahir E. Ocak

74
2030'da Görevi Sonlandırıldığında Uluslararası Uzay İstasyonu'na Ne Olacak?
Tuba Sarıgül

78
Bilim Tarihinden Notlar:
Eski Uygarlıklarda Gökyüzü
Hüseyin Gazi Topdemir

82
Doğa - Fauna:
Mako Köpekbalıkları
Bülent Gözcelioğlu

84
Gökyüzü:
Tuba Sarıgül

88
Düşünme Kulesi
Ferhat Çalapkulu

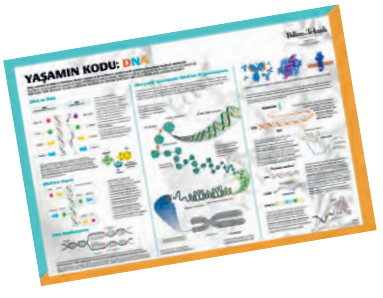
90
Satranç
Kıvanç Çefle

93
Ayın Sorusu
Azer Kerimov

94
Zekâ Oyunları
Emrehan Halıcı

96
Yayın Dünyası
İlay Çelik Sezer

EK – Poster
Yaşamın Kodu: DNA
İlay Çelik Sezer,
Ayşe Dilara Cumhur



*Dergimize "*Bilim ve Teknik *ile Büyüdüm!", "Düşünme Kulesi" ve "Ayın Sorusu" köşeleri ile ilgili içerik gönderen okurlarımız, "Kişisel Verileri Koruma Kanunu" kapsamında, paylaştıkları verilerin ve bilgilerin dergimiz tarafından yayınlanmasına açık rıza göstermiş sayılacaktır.*

Elektronik dergi arşivimiz services.tubitak.gov.tr/edergi internet adresinde (son dört sayı hariç) ücretsiz olarak herkesin erişimine açıktır. Son dört aya ait sayılara ise sadece abonelerimiz erişim sağlayabilir.

TÜBİTAK Popüler Bilim Yayınları

***yayinlar.tubitak.gov.tr* adresi üzerinden; dergilerimizin hem yeni hem de geçmiş sayılarını satın alabilir, ayrıca dergilerimize kolayca abone olabilirsiniz.**

Bilim ve Teknik
tubitakbiltek
tubitakbilimteknik
TÜBİTAK Bilim ve Teknik
bilimteknik.tubitak.gov.tr/

Dergimizin içeriğinden seçerek hazırladığımız bilimsel ve teknolojik bilgileri *Bilim ve Teknik* dergisinin internet sitesi ve sosyal medya hesapları aracılığıyla takip edebilirsiniz.

Bilim ve Teknik ile Büyüdüm

Dr. Özlem Ak [*TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*

Okurlarımızın *Bilim ve Teknik* dergisinin hayatlarındaki yerini, onlara neler kattığını, geleceklerine yön verirken nasıl bir rol oynadığını bizimle paylaştıkları mektuplarını yayımlamaya devam ediyoruz. *Bilim ve Teknik* ile ilgili anılarını, duygu ve düşüncelerini bizimle paylaşan okurlarımıza çok teşekkür ediyor, "*Bilim ve Teknik* bilimi sevmemde ve kariyerimi seçmemde rol oynadı." diyen okurlarımız için adresimizi hatırlatıyoruz:

bteknik@tubitak.gov.tr

"Bana çok şey kattınız"

Merhaba,

TÜBİTAK dergilerini okumaya *Bilim Çocuk* dergisi ile başladım ve çok sevdim. Her sayısını aileme aldırıp, oradaki bilgileri ve oyunları keyif ile deneyimliyordum. Birkaç yıl sonra gittiğim bir kitapçıda gördüğüm *Bilim ve Teknik* dergisini aldım ve okumaya başladım. Aralıksız bir yıl boyunca her ay dergiyi almaya ve okumaya devam ettim. Artık *Bilim ve Teknik* okuruyum ve *Bilim Çocuk* dergisini ilk okuduğum zamanlardaki gibi zevk alıyorum.

Yakın bir zaman önce ikinci kez katıldığım MEB Robot Yarışmasında TÜBİTAK'ın bir standını gördüm. *Herkes İçin Kuantum Bilgisayım* adlı kitabını aldım ve kitabın yanında *Meraklı Minik*, *Bilim Çocuk*, *Bilim ve Teknik* dergileri de hediye edildi. Ufkumu genişleterek ve bana sürekli ilham kaynağı olarak hem bu yarışmaya hem de diğer etkinliklere katılmamda çok yardımcı oldunuz. TÜBİTAK popüler bilim dergilerinin tüm ekibine çok teşekkür ediyorum.

Saygılarımı sunuyorum.

Kayra

"Çocukluğumdan oğlumun çocukluğuna..."

Merhaba,

Sizinle 1995 yılında, 13 yaşımdayken, ciddi bir sağlık sorunu nedeniyle evde zaman geçirdiğim günlerde tanıştım. Sayenizde yalnızlığım bitti, hayata bakışım değişti. Hayaller kurdum. Şu an 41 yaşımdayım ve oğlum da artık sizinle büyüyor. İyi ki varsınız. Birlikte nice yıllara…

Aydemir Sırça

“TÜBİTAK dergileriyle devam eden yolculuğum”

Merhaba,

Bilim ve Teknik dergisi ile olan geçmişim çok derin. Zira, *Bilim ve Teknik* bana çocukluğumu hatırlatır. Tabii o zamanlar *Bilim Çocuk* dergisi okurdum. Ben dağları karla kaplı bir doğu kentinde büyüdüm. Babam *Bilim Çocuk* dergisine benim için abone olmuştu. Her ay gelmesini beklerdim. Çıtırdayan sobanın yanında kedi gibi kıvrılır *Bilim Çocuk* okurdum. Şimdi ise üniversitede gemi mühendisliği son sınıf öğrencisiyim. TÜBİTAK dergileriyle olan yolculuğuma *Bilim ve Teknik* ile devam ediyorum. Umarım bu dergiyle de yaşlanırım. Teşekkürler *Bilim ve Teknik*...

Mehlika İrem Sönmez

“Bakış açımı değiştiren dergi”

Merhaba,

Bilim ve Teknik dergisinin her ilgi alanına ve her yaşa hitap ettiğini düşünüyorum. Bu yılın başlarında tanıştığım *Bilim ve Teknik* dergisi bu süre içerisinde hem kelime dağarcığımı hem de bilgilerimi genişletti. Alanında uzman ve yetenekli yazarlar, nitelikli makaleler ve görseller sayesinde bilime bakış açım değişti, bilime merak duymaya başladım. Her zaman okumak istediğim, bir sonraki sayısını hevesle beklediğim derginin yazarlarına ve derginin hazırlanmasında emeği geçen herkese teşekkür ediyorum. Her zaman sorularımı cevapladığı için *Bilim ve Teknik* dergisini çok seviyorum.

Münevver Ceyda

“Her sayısında yepyeni bilgiler...”

Merhaba,

Ben 16 yaşında bir oyun geliştiricisiyim. İki yıldır *Bilim ve Teknik* dergisini seve seve okuyorum. Bilim ve teknolojiye olan ilgim, bu dergi ve dergide emeği geçenler sayesinde her zaman daha da büyüdü ve bana geleceğe dair önemli bir perspektif kazandırdı. Her sayısında yeni bilgiler edinmek, merakımı canlı tutmamda yardımcı oldu. Gelecekte, Türk oyun sektörüne katkıda bulunan bir birey olmayı umuyorum. Bu yolculukta *Bilim ve Teknik* gibi bir kaynakla büyümek, bana büyük bir motivasyon sağladı. Bilimle kalın, hoşça kalın!

Muhammed Emin Karanfil

“İyi ki varsın *Bilim ve Teknik*”

Merhaba,

Bilimi sevmem ve ona sarılmam *Bilim ve Teknik* dergisi sayesinde oldu. Bu sevgi bundan tam 39 yıl önce yani 1985 yılının ocak ayında derginizle tanışmamla başladı ve o gün bu gündür de devam ediyor. Her sayısını merakla bekliyorum. Artık bu dergi vazgeçilmezim oldu, iyi ki de öyle oldu. O günden bugüne kadar tüm sayılarınızı aldım ve en ince detayına kadar zevkle okudum, hatta tekrar tekrar okudum ve ömrüm oldukça okumaya devam edeceğim. Neden mi, çünkü bu benim dünyam ve bu dünyada sizler iyi ki varsınız.

Ahmet ALAN

Haberler

Kediler Kelimelerle Görüntüleri Eşleştirebiliyor

Özlem Ak

Dmitry Kirichay / iStock

Japonya'daki Azabu Üniversitesinde zoologlardan (hayvan bilimci) oluşan küçük bir araştırma ekibi, yaptıkları deneyler sonucunda sıradan ev kedilerinin herhangi bir teşvik ya da ödül olmaksızın insan sözcüklerini görüntülerle ilişkilendirebildiğini keşfetti. *Scientific Reports* dergisinde yayımlanan çalışmada ekip, bilgisayar ekranındaki görüntülere bakan kedileri test ederek görüntüler ve söylenen kelimeler arasında ilişki kurup kurmadıklarını inceledi.

Önceki araştırmalar, kendi adları söylendiğinde kedilerin kendilerine seslenildiğini anladığını göstermişti. Diğer deneylerde de kedilerin, tanıdıkları insanların fotoğraflarını isimleriyle eşleştirebildikleri gözlenmişti.

Bu yeni çalışmada ise araştırmacılar, kedilerin kendilerine söylenen kelimelerin çoğunu anlayabileceklerini keşfetti.

Araştırma ekibi, kedilerin bir kelimeyi bir nesneyle eşleştirme yeteneğine sahip olup olmadığını netleştirmek için 31 yetişkin ev kedisiyle bir araştırma gerçekleştirdi. Her birine, normalde bebeklerin kelime ilişkilendirmesi hakkında daha fazla bilgi edinmek için tasarlanmış bir kelime testi uygulandı. Testte kısa animasyonlar gösterildi. Görüntü gösterilirken, anlamsız bir kelime yayınlandı. Her kedi bu türden iki animasyon gördü: Birine "keraru", diğerine "parumo" kelimesi eşlik etti. Videolar, kediler başka tarafa bakana kadar bir döngü hâlinde oynatıldı.

Sonrasında her kediye biraz mola verdirildi ve ardından kediler bir kez daha bilgisayar ekranının önüne yerleştirilerek her birine aynı iki animasyon bir döngü hâlinde gösterildi. Ancak bu kez animasyonlara eşlik eden kelimeler, tersine çevrildi.

Kelimeyi duyduklarında, kedilerin ekrana orijinal yayın sırasında olduğundan daha uzun süre baktıkları, hatta bazılarının göz bebeklerinin büyüdüğü tespit edildi. Her iki durum da kedilerin bu değişim karşısında kafalarının karıştığına ve bir açıklama bulmak için dikkatle baktıklarına işaret ediyordu. Bu da ödül olmasa bile kelimeleri bilgisayar ekranındaki görüntülerle ilişkilendirdiklerinin bir kanıtıydı. Ekip bu bulgunun, kedilerin insanlardan duydukları kelimeleri, çevrelerindeki nesnelerle ilişkilendirebildiklerini bir kez daha gösterdiğini öne sürüyor. ■

https://cosmosmagazine.com/health/body-and-mind/lab-grown-blood-stem-cells-could-replace-bone-marrow-transplants/

Parkinson Tedavisinde Ezber Bozan Molekül

Özlem Ak

Nörodejeneratif bir hastalık olan Parkinson, dünya çapında 50 yaşın üzerindeki milyonlarca insanı etkiliyor. Nöronların ölmesi ve beyindeki dopamin seviyesinin azalması, titreme, sarsılma ve hareket edememe gibi semptomları beraberinde getiriyor. Tedavide ilk basamak L-dopa ilacı. Bu ilaç dopaminin işlevini yerine getirerek etkisini gösteriyor. Ancak bu etki, iki ila üç saat sürüyor. İlacın uzun süreli kullanımı, hastanın yüzünde, kollarında, bacaklarında ve gövdesinde diskinezi adı verilen bir duruma yani istemsiz ve düzensiz kas hareketlerine yol açıyor. Irvine, California Üniversitesinden bir araştırma ekibi, beyindeki oftalmik asit adlı bir molekülün beklenmedik bir şekilde motor fonksiyonu düzenlemede dopamine benzer bir nörotransmitter gibi davrandığını ve Parkinson ve hareketle ilgili başka hastalıklar için yeni bir tedavi olabileceği ihtimalini ortaya koyan ilk ekip oldu. *Brain* dergisinin ekim sayısında yayımlanan çalışmada araştırmacılar, oftalmik asidin beyindeki kalsiyum algılayıcı reseptörlere bağlanarak onları aktive ettiğini ve Parkinson'lu fare modellerindeki hareket bozukluklarını 20 saatten fazla süreyle iyileştirdiğini gözlemledi.

Araştırma ekibinden Eczacılık ve Farmasötik Bilimler Fakültesinden Prof. Amal Alachkar, bulgularının, dopaminin motor fonksiyon kontrolünde tek nörotransmitter olduğu yönündeki 60 yılı aşkın görüşe meydan okuyarak sinir biliminde muhtemelen bir yenilik sunduğunu söylüyor. Araştırmanın sonuçlarına göre oftalmik asit, sadece hareketi sağlamakla kalmayıp aynı zamanda titreme ve sarsılma belirtilerinin olmaması gibi olumlu etkileri sürdürmede L-dopa'yı da geride bırakıyor. Daha önce bilinmeyen bir sistem olan oftalmik asit-kalsiyum algılayıcı reseptör mekanizmasının tanımlanması, özellikle Parkinson hastaları için hareket bozukluğu araştırmaları ve yeni tedaviler için umut verici görünüyor. ■

https://doi.org/10.1093/brain/awae097

Chainarong Prasertthai / iStock

Multipl Sklerozda Erken Teşhis

Özlem Ak

Multipl skleroz (MS), bağışıklık sisteminin merkezi sinir sistemine saldırdığı, beyin ve omurilikte yangıya neden olan otoimmün bir hastalıktır. Bu durum, sinir hücrelerini saran miyelin kılıflarına zarar verir, beyin ve vücut arasındaki sinyal iletimini bozar ve görme, motor kontrol, duyu ve bilişsel bozukluklarda sorunlara yol açabilir. MS'in nedenleri hâlâ tam olarak bilinmiyor. Tek yumurta ikizleri üzerinde yapılan bir çalışmada Münih, Ludwig Maximilian Üniversitesinden (LMU) Nöroimmünolog Dr. Lisa Ann Gerdes liderliğindeki bir ekip, bir tür bağışıklık hücresi olan CD8-pozitif (sitotoksik) T hücrelerinin, hastalığın erken aşamalarında rol oynadığını gösterdi. Bu hücreler, enfekte hücreleri, tümör hücrelerini ve organ nakli ile gelen hücreleri yok etme özellikleri ile biliniyor. İkizlerden biri MS hastası olduğunda

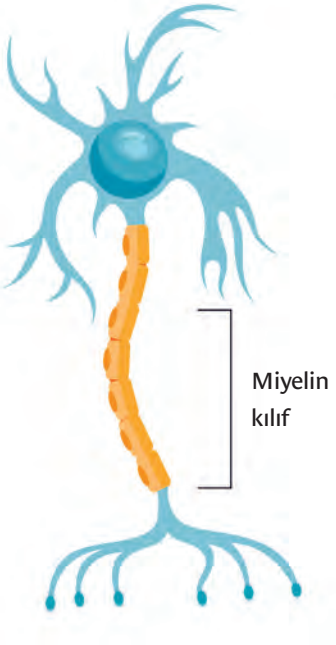
diğerinin de ileride hastalığa yakalanma ihtimali yaklaşık %25 olduğu için bu durum, araştırmacıların MS'in erken evrelerini incelemesine olanak tanıyor.

CD8 T hücrelerinin MS hastalarının beyinlerinde, yangı olan bölgelerde görüldüğü bilinmesine rağmen hastalıkta nasıl bir rol oynadıkları belirsizdi. Bu hücrelerin, yangıyı tetikleyen bir etken mi yoksa sadece bir yan ürün mü olduğu veyahut kandan merkezi sinir sistemine nasıl geçtiği henüz çözülememişti. *Science Immunology* dergisinde 27 Eylül'de yayımlanan bir çalışmada LMU ekibi, 12 çift tek yumurta ikizinin CD8 T hücrelerini karşılaştırdı.

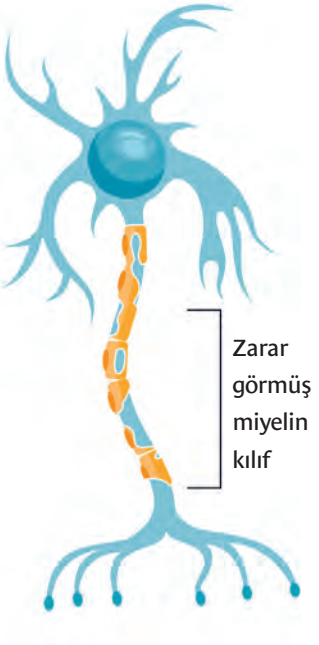
Araştırmacılar, tek bir hücrenin RNA'sının dizilenmesini sağlayan ve hücrelerdeki biyolojik işlevi incelemek için en önemli yöntemlerden biri olan tek hücre RNA dizilimi ve T hücresi reseptör analizlerini birleştirmek gibi yenilikçi yöntemler kullanarak ikiz çiftlerden alınan kan ve beyin omurilik sıvısı (BOS) örneklerindeki CD8 T hücrelerini analiz etti. Elde ettikleri sonuçlar, MS hastaları ve hastalığın erken belirtilerine sahip kişilerdeki CD8 T hücrelerinde aynı spesifik değişikliklerin ortaya çıktığını gösterdi. İlginç bir şekilde aynı CD8 T hücreleri, sadece MS'li kişilerde görülmedi. Henüz herhangi bir belirti göstermeyen ancak belirti göstermeden başka yangı belirtileri olan kişilerde de mevcuttu. Bilim insanları bu bulguların, MS semptomları ortaya çıkmadan önce MS'in geri dönüşü olmayan sinir hasarını durduracak kadar erken tespit edilmesini sağlayan yeni tanı yöntemleri ve hedefe yönelik tedaviler geliştirmek için kullanılabileceği konusunda umutlu.

https://www.livescience.com/52344-inflammation.html

Sağlıklı sinir hücresi



MS'li sinir hücresi



Guzalia Filimonova iStock

Yeni Bir Tür, Tardigradların Radyasyona Dirençli Güçlerinin Sırrını Açığa Çıkardı

Özlem Ak

Su ayıları olarak da bilinen tardigradlar, insanlar için ölümcül olan dozdan yaklaşık 1.000 kat daha yüksek seviyelerdeki radyasyona ve daha birçok zorlu koşula dayanma yetenekleriyle bilim insanlarının uzun zamandır ilgisini çekiyor. Bilinen yaklaşık 1.500 tardigrad türü var ancak bugüne kadar sadece pek azı detaylıca çalışılmış. Yaklaşık altı yıl önce, Pekin Lifeomics Enstitüsünde moleküler ve hücresel biyoloji alanında çalışmalarına devam eden Lingqiang Zhang ve meslektaşları, yosun örnekleri toplamak için Çin'in Henan eyaletindeki Funiu Dağı'na gitti. Laboratuvara döndüklerinde mikroskop altında *Hypsibius henanensis* adını verdikleri, daha önce belgelenmemiş

SciePro / iStock

bir tardigrad türü tespit ettiler. Yaptıkları genom dizilimiyle türün, 14.701 adet gene sahip olduğunu ve bunların %30'unun tardigradlara özgü olduğunu ortaya koydular. Devamında tardigradların olağanüstü dayanıklılıklarının altında yatan moleküler mekanizmalardan bazılarını keşfettiler. Araştırmacılar, *H. henanensis*'i insanlar için hayatta kalınabilecek dozların çok üzerinde olan 200 ve 2.000 Gy (radyasyon dozu ölçü birimi, Gray) radyasyon dozlarına maruz bıraktıklarında DNA onarımı, hücre bölünmesi ve bağışıklık tepkileriyle ilgili 2.801 genin aktif hâle geldiğini buldu ve bu sonuçları ekim ayında *Science* dergisinde yayımladı. Sonuçlar, tardigradların DNA'yı radyasyonun neden olduğu hasardan koruyan ve meydana gelen kırılmaları onaran önemli bir savunma sistemine sahip olduğunu gösteriyordu. Tardigradların pek çok zorlu koşulu tolere etmesini sağlayan moleküler mekanizmaların incelenmesi sonucunda elde edilen bilgiler, aşıların ve ilaçların raf ömürlerinin uzatılması gibi uygulamalarda kullanılabilecek. Ayrıca bilim insanları, elde ettikleri bulguların uzay görevleri sırasında astronotların radyasyondan korunmasına, nükleer kirliliğin temizlenmesine ya da kanser tedavisi yöntemlerinin iyileştirilmesine yardımcı olabileceğini düşünüyor.

https://doi.org/10.1038/d41586-024-03484-1

İnsanlık, Biyoçeşitlilik Kaybını Önleme Hedefinde Geri Kalıyor

İlay Çelik Sezer

2022'de Kanada'nın Montreal kentinde yapılan Birleşmiş Milletler (BM) Biyoçeşitlilik Konferansında (COP15) ülkeler, gezegenimizin biyoçeşitlilik kaybını durdurmaya yönelik bir anlaşma yaptı. Buna göre 2020'lerin sonuna kadar tüm karaların ve iç suların %30'u ile okyanusların %30'u için resmi koruma statüsü oluşturulması gerekiyordu. Dünyadaki ekosistemlerde tür yok oluşlarını önlemek için gereken minimum koruma düzeyi olarak kabul edilen bu oran, koruma statüsündeki karasal alanların iki katına; denizel koruma alanlarının ise üç katına çıkarılması anlamına geliyordu. Columbia'da geçtiğimiz ekim ayı sonunda yapılan COP16 Biyoçeşitlilik Konferansı sırasında yapılan resmî açıklamaya göre ise insanlık, bu "30'a 30" hedefinin hayli gerisinde kalmış durumda.

BM Çevre Programı ve Uluslararası Doğa Koruma Birliği'nin verdiği bilgilere göre hâlihazırda karaların ve iç suların %17,6'sı, okyanusların ise %8,4'ü resmi olarak koruma altında. Bu da karalarda Brezilya ve Avustralya'nın toplamı, denizlerde ise Hint Okyanusu büyüklüğündeki alanların korumaya alınmayı beklediğini gösteriyor. Öte yandan korunan alanların

Marcio I Sa / iStock

yüz ölçümünün de ötesinde sorunlar var. Biyoçeşitlilik açısından en çok önem taşıdığı kabul edilen alanların üçte biri, herhangi bir resmî koruma statüsüne sahip değil. Ayrıca korunan alanlar, özellikle okyanus derinliklerindeki bazı ekosistem tiplerini de kapsamıyor. Hâlihazırda korunmakta olan alanların çok azı birbiriyle bağlantılı durumda. Oysa korunan alanların birbirleriyle bağlantılı olması koruma etkinliğini artıran bir etmen. Korumanın işe yarayıp yaramadığına ilişkin değerlendirme yapılan alanlar da sınırlı sayıda. COP16 konferansında sunulan bazı raporlar ise biyoçeşitliliğin endişe verici durumunu gözler önüne seriyor. Örneğin, ağaç biyoçeşitliliğine ilişkin ilk kez küresel ölçekte hazırlanan bir değerlendirme raporuna göre ağaç türlerinin %38'i yok olma riskiyle karşı karşıya. ■

https://www.newscientist.com/article/2453640-the-world-is-falling-far-short-of-its-goal-to-halt-biodiversity-loss/

Unutulmuş Bir Antibiyotik Türü, Dirençli Bakterilerle Savaşta İşe Yarayabilir

İlay Çelik Sezer

Yeni bir araştırmada eski bir antibiyotiğin, günümüzde giderek önemli hâle gelen ilaçlara dirençli bakteri sorununun çözümüne fayda sağlayabileceği yönünde bulgular elde edildi. Streptotrisin adlı bu antibiyotik seksen yıl kadar önce geliştirilmiş ancak kullanımdan kalktıktan sonra unutulmuştu. Günümüzde bakterilere karşı kullanılan ilaçların yarısını, yaklaşık yüzyıl önce antibiyotiklerin yıldızının parladığı dönemde bulunan bileşiklerin çeşitlemeleri oluşturuyor.

Bunlardan biri olan streptotrisin, 1940'larda izole edilmiş ve gram-negatif bakterilerin neden olduğu enfeksiyonların tedavisine yönelik potansiyeliyle dikkat çekmişti. Gram negatif bakteriler, gram-pozitif bakterilerden farklı olarak pek çok antibiyotiğin hedefi olan hücre duvarından yoksundur ve dolayısıyla hücre duvarını hedefleyen antibiyotiklerden etkilenmez. Bu yüzden de gram-negatif bakteriler üzerinde etkili olabilecek alternatif antibiyotikler geliştirmek, ilaç endüstrisinin aşmaya çalıştığı en büyük zorluklardan biri olageldi. Dünya Sağlık Örgütü, 2017 yılında ilaçlara dirençli en tehlikeli patojenlerin bir listesini yayımladı. Listedeki patojenlerin çoğunu gram-negatif bakteriler oluşturuyordu. Streptotrisinin kullanımı, gram-negatif bakterilere karşı potansiyeline rağmen insanlarda böbrek sağlığına yönelik toksik yan etkileri nedeniyle terk edildi ve unutulup gitti.

Şimdi Harvard Üniversitesinden Patolog James Kirby ve ekibi, bu unutulmuş antibiyotiğin, yeni adıyla ''norseotrisin''in tıbbi potansiyelini araştırıyor. Gram-pozitif toprak bakterilerinin ürettiği doğal bir madde olan norseotrisin aslında "streptotrisin F (S-F)" ve "streptotrisin D (S-D)" gibi ayrı adları olan antibiyotiklerin bir karışımı.

wildpixel / iStock

Kirby ve ekibi, norseotrisinin ve S-D'nin laboratuvarda böbrek hücreleri üzerinde toksik etki gösterdiğini, S-F içinse bunun geçerli olmadığını kanıtladı. Bu bileşik, toksik olmayan konsantrasyonlarda bile gram-negatif bakterileri etkisiz hâle getirmekte hayli etkili. Farelerde yapılan deneylerde S-F'nin,, çok sayıda ilaca karşı dirençli olduğu bilinen bir bakteri suşunu (bir bakteri türünün belirli özellikteki alt tipleri) etkisiz hâle getirdiği, öte yandan ya hiç toksik etki göstermediği ya da asgari düzeyde toksisite gösterdiği belirlendi. Streptotrisinin etki mekanizması henüz tam olarak bilinmese de gram-negatif bakterilerin protein sentez mekanizması üzerinde mevcut ilaçlardan farklı şekilde etkili olduğu düşünülüyor. Bu mekanizma çözülebilirse ilaç dirençli bakterilere yönelik yeni bir ilaç sınıfı geliştirilmesinin yolu açılabilir. Kirby ve ekibi şimdiden S-F gibi doğal streptotrisinleri, ilaç dirençli bakterilere karşı daha etkili hâle getirmenin yollarını araştırıyor. ■

https://www.sciencealert.com/forgotten-antibiotic-from-decades-past-could-be-a-superbug-killer

Dünyanın En Büyük ve En Yaşlı Ağacı

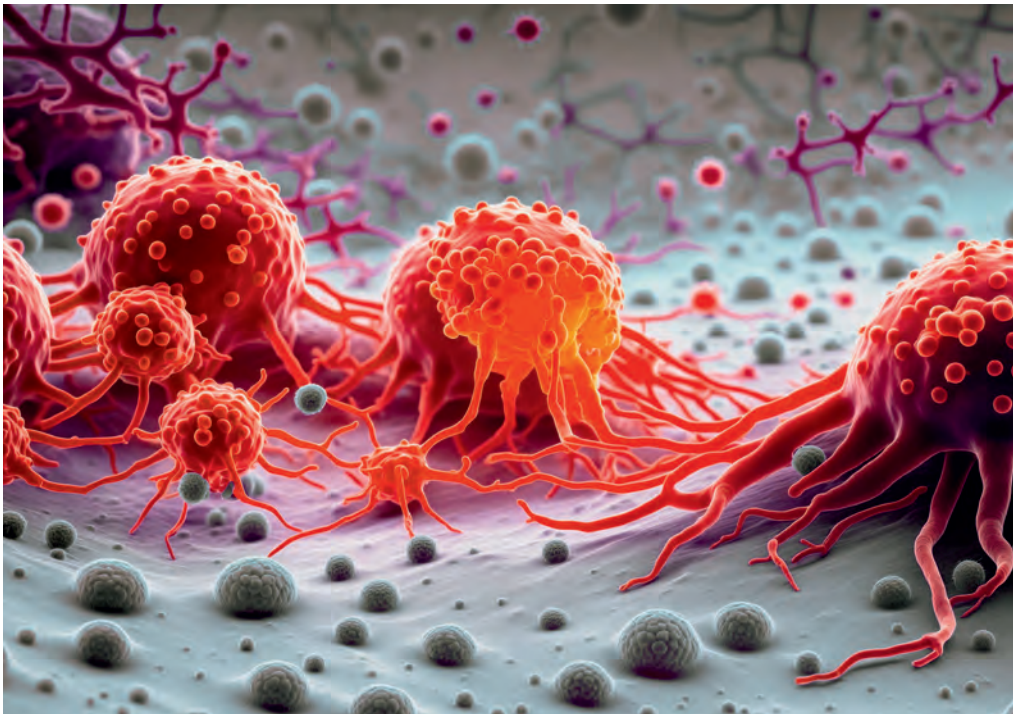
Özlem Ak

George Rose / Contributor GettyImages

Utah'ın Fishlake Ulusal Ormanında yaklaşık 43 hektarlık bir alana yayılan bir kök sistemiyle birbirine bağlı, yaklaşık 47.000 gövdeye sahip olan dünyanın en büyük ağacının en az 16.000 yaşında olduğu doğrulandı. Pando adı verilen ağaç, bir titrek kavak (*Populus tremuloides*) türü. Bu ağacın uzun zamandır yeryüzünde yaşayan en eski canlılar arasında olduğu düşünülüyordu ancak bilim insanları, kaç yaşında olduğunu tam olarak bilmiyordu.

Atlanta'daki Georgia Teknoloji Enstitüsünden Rozenn Pineau ve meslektaşları, yaprak, kök ve kabuk örnekleri topladıktan sonra genetik verileri çıkardılar ve özellikle somatik mutasyonları, yani bir organizmanın hücrelerinde döllenmeden sonra meydana gelen DNA değişikliklerini araştırdılar. Pineau, ilk başta, Pando'nun bir tohumdan filizlendiğinden tüm hücrelerinin aynı DNA'yı içerdiğini ancak her yeni hücre oluşumunda ve genetik bilgi kopyalandığında DNA'da mutasyonlara yol açan hatalar meydana gelebildiğini belirtiyor. Araştırmacılar, ağacın farklı bölgelerinde hangi mutasyonların bulunduğuna bakarak Pando'nun yaşını tahmin edebildi. Genomun dizilediklerı kısmındaki her mutasyonu doğru bir şekilde tanımladıkları varsayılırsa sonuçlar, Pando'nun yaklaşık 34.000 yaşında olduğunu gösteriyor. Ancak Pineau ve ekibi, bazı mutasyonları gözden kaçırıp kaçırmadıklarından veya tespit ettikleri mutasyonların bazılarının doğruluğundan emin değildi. Bu belirsizlikleri göz önünde bulundurarak Pando'nun yaşının muhtemelen 16.000 ila 81.000 yıl arasında olduğunu hesapladılar. Tahmin edilen en genç yaşında olsa bile bu kavak türü, son buzul çağından beri büyüyor. Yani Pando, yaşayan en eski organizma bile olabilir. ■

https://doi.org/10.1101/2024.10.19.619233



koto_feja / iStock

Kanser Ölümleri, 2050'ye Varıldığında İkiye Katlanabilir

İlay Çelik Sezer

Avustralya'daki Queensland Üniversitesinden Habtamu Bizuayehu ve ekibi, yaptıkları bir araştırmada büyük ölçüde düşük ve orta gelir düzeyli ülkelerdeki artışlardan kaynaklı olarak tüm dünyadaki kanser ölümlerinin 2050 itibariyle ikiye katlanacağı öngörüsünde bulundu.

Bizuayehu ve ekibi bu öngörüyü, Küresel Kanser Gözlemevi (Global Cancer Observatory) veri tabanından aldıkları 36 tür kansere ilişkin 185 ülkeden gelen kanser vakası ve kanser ölümü oranı verilerine dayalı olarak yaptı. Araştırmacılar bu oranları, Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı'ndan aldıkları 2050 tahmini nüfus verisine uygulayarak gelecekteki kanser vakası ve ölümü oranlarına ilişkin tahminler oluşturdu.

Araştırmacılar, tüm dünyadaki kanser vakası sayısının 2022 ile 2050 arasında %77 oranında artacağını, dolayısıyla 2022'deki 20 milyon vakaya 15,3 milyon vaka ekleneceği tahmininde bulundu. Tahminlere göre küresel ölçekte kanser ölümlerinin sayısı da aynı dönem içinde %90 oranında artacak ve 2022'de 9,7 milyon olan kanser ölümü sayısına 2050'de 8.8 milyon daha eklenecek.

En çok artışın, Birleşmiş Milletler'in İnsani Gelişme Endeksi'nde düşük ve orta sıralamalarda yer alan ülkelerde olması bekleniyor. Bu endeks ortalama yaşam süresi beklentisi, eğitim düzeyi ve kişi başı gelir gibi parametrelere göre oluşturuluyor. Endeksteki puanı düşük olan Nijerya ve Afganistan gibi ülkelerde 2050'ye varıldığında kanser vakalarının ve ölümlerinin ortalama olarak üçe katlanacağı tahmin ediliyor. Boston'daki (ABD) Massachusetts General Hospital'da görev yapan Adrew Chan, söz konusu bulguların, kanser vakalarının artma eğilimine ilişkin başka araştırmaları desteklediğini belirtiyor. Chan'e göre en büyük artışlar, muhtemelen az gelişmiş ülkelerde görülecek. Chan, daha yüksek kanser riskiyle ilişkilendirilen obezite ve sağlıksız beslenme gibi alışkanlıklardaki artışın, düşük ve orta gelir düzeyli ülkelerde görülen bir eğilim olduğunu söylüyor. Öte yandan Bizuayehu ve ekibinin çalışmasında yeni ve etkin kanser tedavilerinin olası etkisinin hesaba katılmadığını ekliyor. ■

https://www.newscientist.com/article/2454732-cancer-deaths-expected-to-nearly-double-worldwide-by-2050/

İlk Ahşap Uydu Uzaya Gönderildi

Dr. Mahir E. Ocak

Bir grup Japon araştırmacı, ''LingoSat'' adını verdikleri manolya ağacından imal edilmiş bir uyduyu uzaya gönderdi. Florida'daki Kennedy Uzay Merkezinden SpaceX Falcon 9 roketiyle yola çıkan uydu, 5 Kasım'da Uluslararası Uzay İstasyonu'na ulaştı. Her bir boyutu sadece 10 cm uzunluğunda olan 900 gram kütleli küp uydu, ilerleyen günlerde Japon araştırma modülü Kibo'dan serbest bırakılacak. LingoSat'ın altı ay boyunca Dünya'nın etrafında dolanması ve bu sırada ahşap malzemelerin uzayda kullanımı hakkında veri toplanması planlanıyor.

Ahşap, ilk bakışta bugün kullanılan metallere kıyasla daha dayanıksız görünse de uzay ortamında ahşabın çürümesine neden olacak mikroorganizmalar ya da yanmasına neden olacak oksijen gazı yok. Dolayısıyla ahşaptan yapılan uyduların uzun süre Dünya'nın etrafında dolanması mümkün olabilir. Ahşabın bugün kullanılan metallere kıyasla önemli bir avantajı ise daha çevre dostu ve daha sürdürülebilir bir malzeme olması.

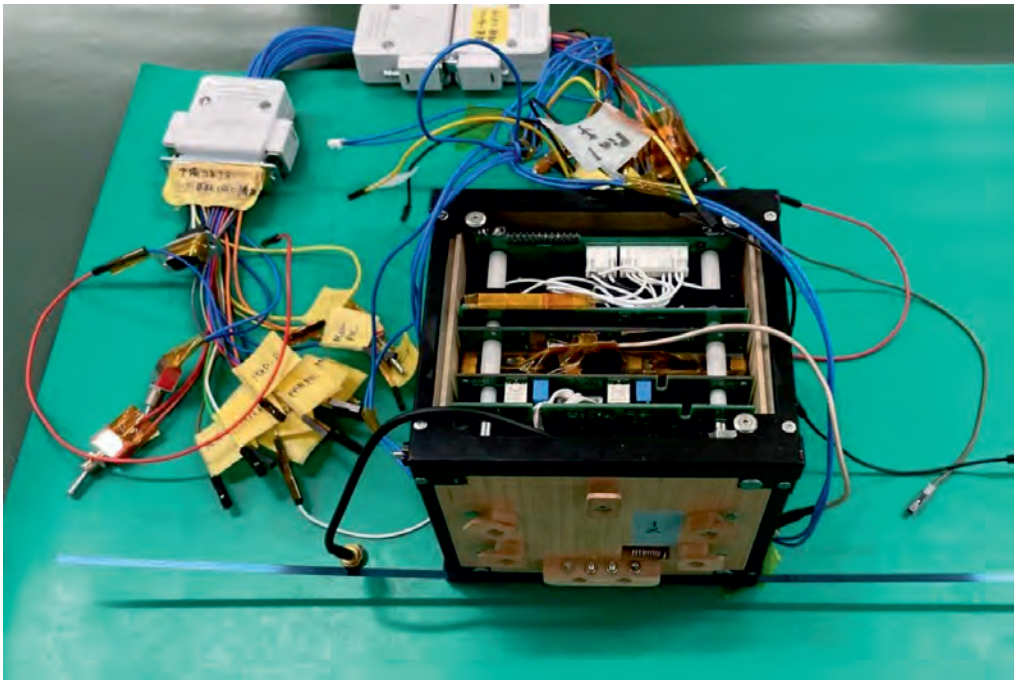
Ahşap malzemelerin uydularda kullanımı ile ilgili ilk testler, 2020 yılında Uluslararası Uzay İstasyonu'nda yapılmıştı. Kyoto Üniversitesinden araştırmacılar tarafından gönderilen kiraz, huş ve manolya ağaçlarından üretilmiş ahşap parçalar, 240 gün boyunca istasyona bağlı deney raflarında uzayın zorlu koşullarına maruz bırakılmış ve hepsi tüm testlerden geçmeyi başarmıştı. Yakın zamanlarda uzaya gönderilen küp uyduda ise Japonya'da geleneksel olarak kılıç kınlarının üretiminde kullanılan, gücü ve dayanıklılığıyla bilinen manolya ağacı tercih edilmiş.

Kyoto Üniversitesi araştırmacıları ve Sumitomo Ormancılık firması çalışanları tarafından üretilen LingoSat'ın üzerinde küp uyduya güç sağlayacak güneş panelleri bulunuyor. Uydunun içinde ise veri toplamakta kullanılacak çeşitli elektronik bileşenler var. Altı ay boyunca devam etmesi planlanan testlerde ahşabın genişlemesi ya da büzüşmesi, iç sıcaklığın değişimi ve uydunun içindeki elektronik bileşenlerin performansı ile ilgili veri toplanacak.

LingoSat deneylerinin başarılı olması halinde gelecekte ahşap uyduların kullanılmaya başlanması bekleniyor.

■

https://www.space.com/space-exploration/satellites/worlds-1st-wooden-satellite-arrives-at-iss-for-key-orbital-test



Kyoto Üniversitesi

Kozmik Sahneden Bir Çift Göz: Etkileşen Sarmal Gök Adalar

Prof. Dr. Faruk Soydugan [*Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fizik Bölümü, Astrofizik Anabilim Dalı & Astrofizik Gözlemevi*

NASA, ESA, CSA, STScI

Sarmal gök adalar IC 2163 (solda), NGC 2207 (sağda) ve gök adalardaki bazı yıldız oluşum bölgeleri (mavi renkli bölgeler)

James Webb Uzay Teleskobu (JWUT) ve Hubble Uzay Teleskobu (HUT), adeta bir çift göze benzeyen, etkileşen iki sarmal gök adanın görüntüsünü elde etti. İlgili görselde IC 2163 olarak isimlendirilen daha küçük sarmal gök ada, milyonlarca yıl önce, daha büyük olan sarmal gök ada NGC 2207'ye yavaşça yaklaşarak bu görüntünün ortaya çıkmasına neden oldu.

Bu çift gök adanın ilgi çekici renkleri, JWUT'nin orta kızılötesi dalga boylarına duyarlı kamerası ile HUT'nin görünür ve morötesi bölgelerine duyarlı alıcılarıyla alınmış görüntülerinin birleştirilmesiyle elde edildi.

Adeta bize çevrilmiş iki göz (gök ada çekirdekleri) gibi görünen bu görüntüdeki daha yoğun kırmızı-

HUT görüntüsü

JWUT görüntüsü

NASA, ESA, CSA, STScI

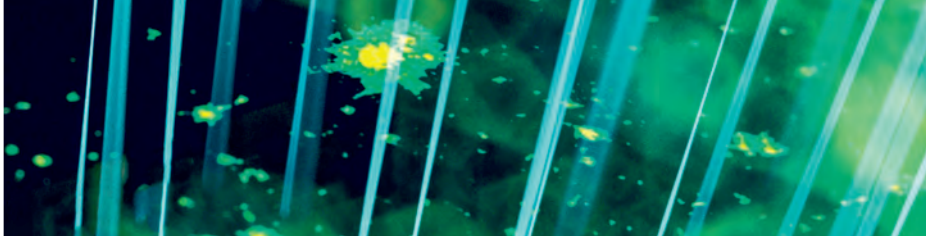
kahverengi renkler gök adaların sarmal kollarını (damar benzeri yapıları) açık şekilde gösteriyor. Her iki gök adanın sarmal kollarında yoğun yıldız oluşum bölgeleri (mavi renkli bölgeler) yer alıyor ve kollarda her yıl yaklaşık iki düzine Güneş benzeri yıldız oluşuyor. Gök adamız Samanyolu'nda ise yılda yalnızca birkaç Güneş benzeri yıldız oluşur. Her iki gök adada son yıllarda yedi süpernova patlaması keşfedildi. Her süpernovanın, bulunduğu bölgede yeni yıldız oluşumlarını başlattığı tahmin ediliyor.

Aynı iki gök adanın veya kozmik sahnenin iki farklı görünümünün yer aldığı görsellerden, sağ üstte HUT'nin görünür ve mor öte dalga boylarında elde ettiği görüntü, sağ altta ise JWUT'nin orta kızıl öte dalga boylarının verisiyle elde edilen görüntü bulunuyor.

Alttaki JWUT görüntüsündeki sahnenin ana aktörü olan soğuk toz, görüntünün merkezini kaplayarak sarmal kolları beyaz gösteriyor. Sarmal kollarda dikkatli bakıldığında görünen küçük pembe noktalar yıldızları temsil ediyor. JWUT görüntüsünün sağ alt köşesindeki daha belirgin pembe bölge, küçük bir yıldız patlaması ile birçok yıldızın oluştuğu konuma karşılık geliyor. HUT görüntüsünde gök ada çekirdekleri turuncu, yıldızlarla dolu sarmal kollar ise mavi renkte görünüyor. Yine aynı görselde, sol üst köşedeki IC2163 gök adasında daha yoğun olmak üzere her iki gök adanın çekirdeğinin net olarak görünmesini engelleyen koyu kahverengi toz şeritleri görmek de mümkün. ■

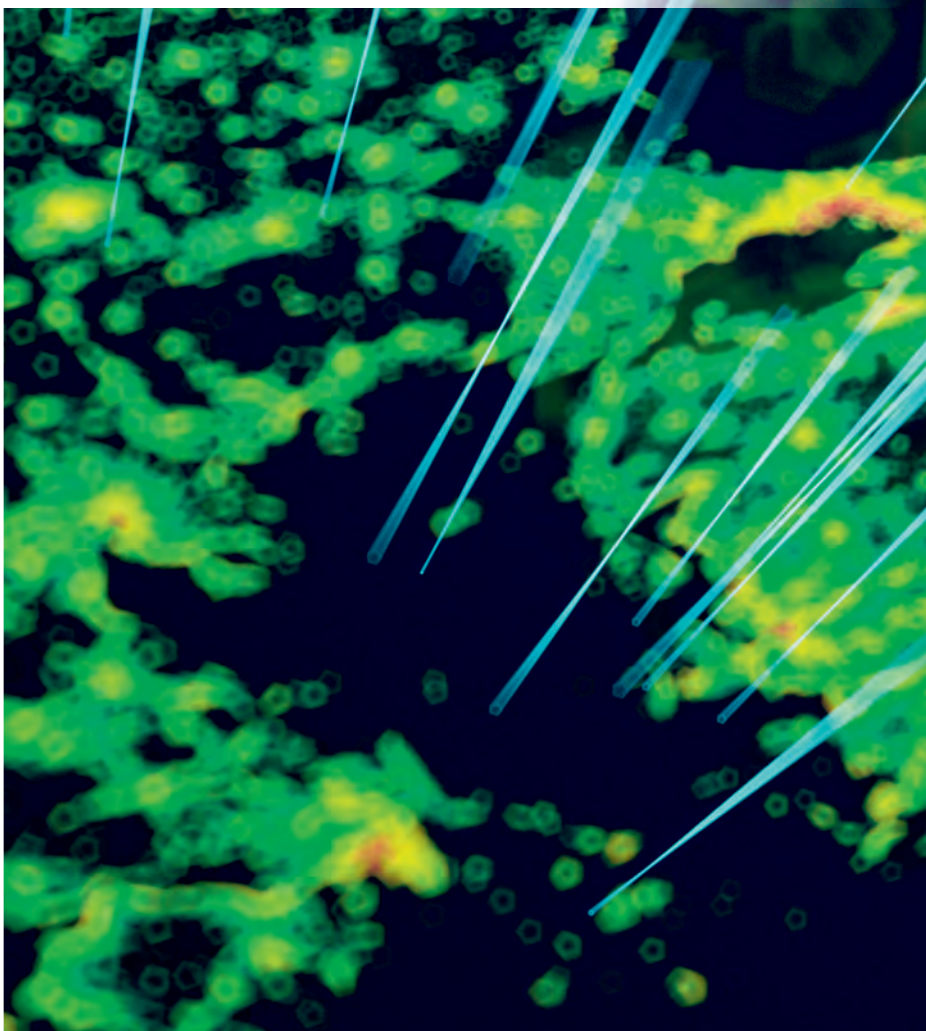
Kaynaklar

- https://esahubble.org/news/heic2414/
- https://esahubble.org/images/heic2414c/



2024'te Ülkemizden ve Türk Bilim İnsanlarından **Çığır Açıcı Bilimsel ve Teknolojik Gelişmeler**

Dr. Tuba Sarıgül | *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*



Bilim ve Teknik **dergisi olarak her yıl küresel ölçekte etkileri olan en önemli bilimsel gelişmeleri ve son teknolojileri sizler için derliyoruz. 2024 yılında ülkemizde de bilim ve teknoloji alanında birçok çığır açıcı gelişme yaşandı. İlk Türk astronotun uzaya gidişinden yerli ve millî ilk haberleşme uydumuzun göreve başlamasına, Türk bilim insanlarının uluslararası düzeyde bilime katkı sağlayan yenilikçi araştırmalarından ilk özgün tasarımlı savaş uçağımız KAAN'ın gökyüzüyle buluşmasına, ülkemizin 2024'teki bilimsel ve teknolojik atılımlarını sizler için bir araya getirdik.**

SpaceX

1. Türkiye'nin İlk Astronotları Uzayda

İlk astronotumuz Alper Gezeravcı, ABD'nin Florida eyaletindeki Kennedy Uzay Üssünden SpaceX'e ait Falcon 9 roketi ile 19 Ocak'ta TSİ 00.49'da uzaya fırlatıldı. Astronotumuzu taşıyan Dragon uzay aracı, 20 Ocak'ta TSİ 13.42'de Uluslararası Uzay İstasyonu'na (ISS) kenetlendi.

Milli Uzay Programı'nın amaçlarından biri olan "Türk Astronot ve Uzay Bilim Misyonu Projesi" kapsamında ISS'de görev yapan Alper Gezeravcı, uzay istasyonunda farklı disiplinlerden 13 bilimsel deney gerçekleştirdi. Uzay ve havacılıkta ihtiyaç duyulan yeni nesil malzemelerin geliştirilmesinden uzaydaki yaşam destek sistemlerinde kullanılabilecek canlı türlerine yönelik araştırmalara, uzay koşullarının insan fizyolojisi üzerindeki etkilerinden ağırlıksız ortam koşullarının elektronik bileşenlerin üretim yöntemlerine olan etkilerine kadar, ISS'deki ağırlıksız ortam koşullarında gerçekleştirilen 13 deney, TÜBİTAK tarafından açılan "Bilim Misyonu Çağrısı" ile belirlendi.

Alper Gezeravcı'nın yanı sıra Michael Lopez-Alegria, Walter Villadei ve Marcus Wandt'tan oluşan Ax-3 ekibinin ISS'de 14 gün kalması planlanıyordu. Ancak ekibin ISS'den ayrılışı, Dragon kapsülünün iniş yapacağı bölgedeki hava koşullarının uygun olmaması nedeniyle üç kez ertelendi. Alper Gezeravcı, ISS'de 18 gün kaldıktan sonra astronotları taşıyan Dragon kapsülü, 8 Şubat'ta ISS'den ayrıldı ve yaklaşık 48 saat süren dönüş yolculuğundan sonra Dünya'ya iniş yaptı.

"Türk Astronot ve Uzay Bilim Misyonu" kapsamında Türkiye'nin ikinci astronotu Tuva Cihangir Atasever ise "yörünge altı araştırma uçuşu" görevi ile atmosferin üst sınırına yaklaşarak ağırlıksız ortam koşullarında deneyler gerçekleştirdi.

Tuva Cihangir Atasever, 8 Haziran'da Virgin Galactic'e ait VSS Unity yörünge altı aracı ile ABD'nin New Mexico eyaletindeki Spaceport tesisinden havalandı. Taşıyıcı uçak aracılığıyla yaklaşık 45 bin ft (~14 km) yüksekliğe ulaştıktan sonra VSS Unity yörünge altı aracı, taşıyıcı uçaktan ayrıldı ve hibrit yakıtlı roket motorunu ateşleyerek yaklaşık 90 km irtifaya ulaştı. Araç, maksimum irtifaya ulaştıktan sonra serbest düşüşle tekrar atmosfere girdi. Tuva Cihangir Atasever, görevin yaklaşık 3 dakikalık serbest düşme aşamasında, ağırlıksız ortam koşullarında 7 bilimsel deney gerçekleştirdi.

AA

2. Millî Muharip Uçak KAAN, İlk Uçuşunu Gerçekleştirdi

Millî Muharip Uçak KAAN

TUSAŞ

Türkiye'nin yerli ve millî imkânlarla tasarlanan ve üretilen ilk savaş uçağı olan KAAN, 21 Şubat 2024'te ilk uçuşunu gerçekleştirildi. 13 dakika süren uçuş sırasında KAAN, 8000 ft (~2500 metre) irtifaya çıktı ve 230 knot (~425 km/h) hıza ulaştı. KAAN'nın ilk uçuş videosunu, kare kodu akıllı cihazınıza okutarak izleyebilirsiniz.

"Milli Muharip Uçak Projesi" kapsamında geliştirilen KAAN, beşinci nesil bir savaş uçağı olarak tasarlandı.

KAAN'ın beyni olarak nitelendirilen bilgisayar sistemleri, TÜBİTAK Bilişim ve Bilgi Güvenliği İleri Teknolojiler Araştırma Merkezi (BİLGEM) tarafından geliştiriliyor. Bu kapsamda KAAN'ın üzerindeki ana sistemlerin ve silah sistemlerinin yönetimini gerçekleştirerek aviyonik göstergelere ve pilotların kullandığı kaskın vizöründeki göstergelere aktarılacak görüntüleri üreten ve uçağın siber güvenliğini sağlayan, aynı zamanda haberleşme, seyrüsefer, elektro-optik hedefleme, radar ve elektronik harp sistemlerinin verilerinin işlendiği ve yönetildiği bilgisayarlar tasarlanıyor ve üretiliyor. Geliştirilen bilgisayar sistemleri, kritik verilerin uçak üzerinde aynı ortam üzerinden birbirini etkilemeden, yüksek hızda ve güvenli bir şekilde aktarılmasına imkân veren iletişim altyapılarına sahip.

Ayrıca TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi (MAM) tarafından geliştirilen "yaşam destek sistemi", pilotlarının zorlayıcı fiziksel koşullarda temel yaşamsal faaliyetlerini sürdürebilmelerine yardımcı olacak.

Hayalet uçak olarak tanımlanan "Stealth" teknolojisine sahip olan KAAN'ın aerodinamik geometrisi, radar ve kızılötesi gibi farklı görüntüleme yöntemleri ile tespit edilmesini engellemek için, üzerine gelen radar dalgalarını geri yansıtmayacak şekilde tasarlandı. Farklı yönlerde tarama yaparak KAAN'ın çok sayıda hedefi aynı anda takip etmesini ve yüzlerce kilometre uzaktaki hedefleri tespit etmesini sağlayacak "aktif dizin taramalı radar (AESA)" sistemi ise ASELSAN tarafından geliştirildi.

Savaş uçakları, ses hızından yüksek hızlarda uçabilmek için çoğunlukla turbojet ve turbofan motorların arka bölümüne eklenen ve "art yakıcı" olarak isimlendirilen ikinci yanma odasını kullanır. KAAN'ın art yakıcı teknolojisini kullanmadan ses hızından yüksek hızlarda uzun süre uçmasına ve savaşmasına imkân sağlayacak motorlarının yerli imkânlar ile tasarlanıp üretilmesine yönelik çalışmalar TEI öncülüğünde devam ediyor.

KAAN'ın bu yıl üretimine başlanan ikinci prototipinin ilk uçuşunu 2025'te yapması planlanıyor.

SpaceX

TÜRKSAT 6A

3. TÜRKSAT 6A Uzaya Fırlatıldı

TÜBİTAK Uzay Teknolojileri Araştırma Enstitüsü (UZAY) yöneticiliğinde, ASELSAN, TUSAŞ ve C2TECH firmalarının iş birliğinde Türk mühendisleri tarafından tasarlanan ve üretilen Türkiye'nin ilk milli haberleşme uydusu TÜRKSAT 6A, 9 Temmuz 2024'te TSİ 02:30'da ABD'nin Florida eyaletinde bulunan Cape Canaveral Uzay Kuvvetleri Üssünden SpaceX'e ait Falcon 9 roketi ile uzaya fırlatıldı. Fırlatmadan 65 dakika sonra TÜRKSAT 6A'dan ilk sinyal alındı. Uydumuzun ömrü boyunca ihtiyaç duyacağı elektriksel gücü karşılayacak olan güneş panelleri ise fırlatmadan yaklaşık 3 saat sonra başarıyla açıldı. TÜRKSAT 6A'nın roket sisteminden ayrılışını, kare kodu akıllı cihazınıza okutarak izleyebilirsiniz.

Roketten ayrıldıktan sonra TÜRKSAT 6A'nın görev yapacağı yörüngesine yerleştirilmesini sağlayacak yörünge transfer ateşlemeleri, TÜBİTAK UZAY mühendisleri tarafından yerli yazılımlar ve donanımlar kullanılarak gerçekleştirildi. Bu ateşlemelerden sonra uydumuz, 35.786 km irtifada ve 50 derece doğu boylamındaki test yörüngesine yerleşti. TÜRKSAT 6A, yörünge doğrulama testlerinin ardından asıl yörüngesi olan 42° doğu boylamındaki yörüngesine doğru yola çıkacak.

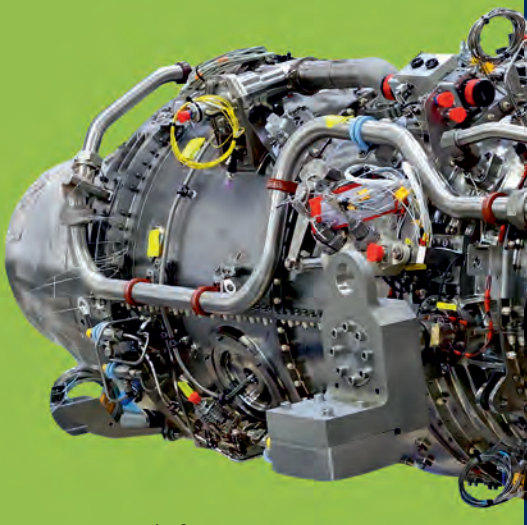
TÜRKSAT 6A, yörüngesindeki Ay çekimi gibi bozucu etkenlere karşın yörüngesinde kalabilmesi için gerekli manevraları, yerli olarak tasarlanıp üretilen, HALE 1500 elektrikli itki motorunu kullanarak gerçekleştiriyor. Bu amaçla geliştirilen yerli elektrikli itki motorumuz, mevzi koruma manevralarını kimyasal itki motorlarına oranla daha az yakıtla gerçekleştirerek uydumuzun görev ömrünün artırılmasını sağlayacak.

4. Türkiye'nin İlk Turbofan Motoru TEI-TF6000, İlk Kez Çalıştırıldı

Türkiye'nin ilk özgün tasarımlı turbofan motoru olan TEI-TF6000, 27 Şubat 2024 tarihinde ilk defa çalıştırıldı. TEI tarafından geliştirilen ve 6.000 lbf itki üretebilecek şekilde tasarlanan TEI-TF6000, bir turbofan moturu.

Turbojet motorlarından farklı olarak turbofan motorlarında motor tarafından emilen havanın bir kısmı kompresörler tarafından sıkıştırılarak yanma odasına gönderilirken bir kısmı, motorun ön kısmına eklenen pervane kademeleri (fan olarak isimlendirilir) aracılığıyla motorun etrafından geçerek arkadan atılır. Bu sayede yakıt verimli bir şekilde itki üretilebilir.

TEI



TEI-TF6000 Turbofan Motoru

TEI-TF6000 projesi ile fan modülü, değişken sabit kanatlı kompresör, akış karıştırıcı egzoz, art yakıcı tasarım gibi kritik alt sistemlerin tasarlanması, geliştirilmesi ve imalatına yönelik çalışmalar da Türk mühendislerimiz ve teknisyenlerimiz tarafından gerçekleştiriliyor.

İlk ateşleme testinden sonra TEI-TF6000'in performans ve dayanıklılığının belirlenmesine yönelik testlere devam ediliyor. TEI-TF6000 motoru, ANKA-III ve KIZILELMA insansız savaş uçaklarının motor ihtiyacını karşılayabilecek. Aynı zamanda TEI-TF6000 ve motorun çekirdek tasarımından geliştirilecek motorlar, insanlı ve insansız savaş uçaklarında, iş jetlerinde, bölgesel yolcu uçaklarında, kalkış kütlesi 10 ton olan sivil ve askerî helikopterlerde, hücumbotlarda ve enerji santrallerinde kullanılabilecek.

TEI-TF6000 motorunun art yakıcılı versiyonu olan TEI-TF10000 motorunun ise 10.000 lbf itki üretmesi planlanıyor. TEI-TF10000 motoruyla ilgili çalışmalar devam ediyor.

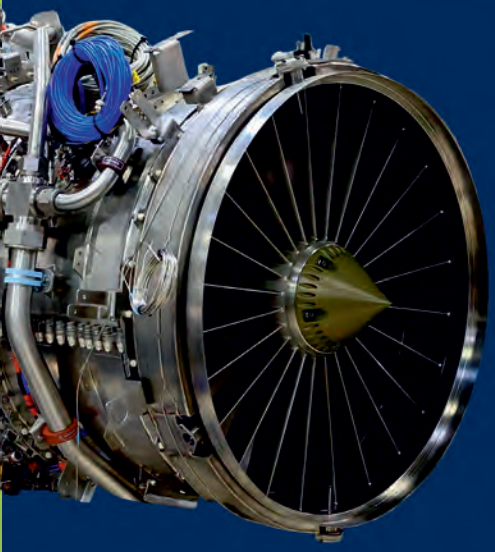
TEI-TF6000 ve TEI-TF10000 motorlarının geliştirme süreçleri, millî muharip uçak KAAN'ın motorunun geliştirilmesinde teknoloji tecrübesi kazanılmasına imkân veriyor.

5. Bayraktar KIZILELMA'nın Seri Üretimi Yaklaşıyor

Türkiye'nin ilk insansız savaş uçağı Bayraktar KIZILELMA'nın üretim prototipi, ilk uçuş testini 25 Eylül 2024'te başarıyla gerçekleştirdi.

İlk uçuşunu 14 Aralık 2022'de gerçekleştiren Bayraktar KIZILELMA'nın ilk iki prototipiyle yapılan testlerden elde edilen verilere göre yapısal ve aviyonik sistemlerinin tasarımı geliştirildi. Üretim prototipi olan TC-ÖZB kuyruk numaralı Bayraktar KIZILELMA PT3 ise buna göre üretildi. Ayrıca ses hızının üstündeki hızlarda seyir yapmasına, yani süpersonik uçmasına imkân verecek olan art yakıcılı motorun Bayraktar KIZILELMA PT3 'e entegrasyonu yapılarak Temmuz 2024'te ilk motor çalıştırma testi başarıyla gerçekleştirildi. Motor testinin videosunu, kare kodu akıllı cihazınıza okutarak izleyebilirsiniz.

Bayraktar KIZILELMA, TCG Anadolu gemisi gibi kısa pistli gemilere iniş kalkış yapabilecek özellikte tasarlandı. KIZILELMA, aynı zamanda radarda düşük görünürlük özelliğine sahip.



Bayraktar KIZILELMA

TUSAŞ / AA

HÜRJET

6. HÜRJET, Ses Hızını Aşan İlk Özgün Tasarımlı Uçağımız Oldu

Türkiye'nin yerli imkânlarla tasarlanıp üretilen ilk insanlı jet motorlu uçağı olan HÜRJET, 21 Ekim 2024'te ilk kez ses hızını aştı. Süpersonik uçuş sırasında 1,01 Mach hızına (Mach sayısı; bir uçağın hızının, uçağın içinde hareket ettiği havadaki ses hızına oranına eşittir) ulaşan HÜRJET, ses hızını aşan ilk özgün tasarımlı Türk uçağı oldu.

İlk kez Nisan 2023'te uçan HÜRJET, bugüne kadar 100'den fazla test uçuşu gerçekleştirdi. Jet eğitim ve hafif taarruz uçağı olarak tasarlanan HÜRJET, gelişmiş insan-makine arayüzü, dijital kontrollü uçuş sistemi, ve sanal eğitim sistemleri ile modern savaş uçağı eğitiminde pilotlarımıza yeni nesil uçuş deneyimi sağlayacak. Üzerinde TUSAŞ şehitlerimizin isimlerinin yazılı olduğu, HÜRJET'in ikinci prototipi ise 12 Kasım'da ilk uçuşunu gerçekleştirdi.

TCG Anadolu Gemisi ve TB3 SİHA

Baykar

7. Bayraktar TB3, TCG Anadolu'yla Buluşmaya Hazırlanıyor

Baykar tarafından kısa pistli gemilerden kalkış ve iniş yamak üzere geliştirilen silahlı insansız hava aracı Bayraktar TB3, 4 Haziran 2024'te rampa testlerine başladı.

Uzunluğu 232 metre olan TCG Anadolu gemisinde savaş uçaklarının ve insansız hava araçlarının kalkışını kolaylaştırmak amacıyla 12 derece eğime sahip bir uçuş rampası bulunuyor. Bayraktar TB3, TCG Anadolu gemisinden iniş ve kalkış testlerine başlamadan önce gemidekine benzer özellikteki rampadan kalkış testlerini gerçekleştiriyor.

Bayraktar TB3, TCG Anadolu'ya gece yaklaşma testlerini gerçekleştirmeye başladı. Yakın zamanda TCG Anadolu'da uçuş denemelerine başlaması planlanan Bayraktar TB3, katlanabilen kanat yapısıyla TCG Anadolu gibi kısa pistli gemilerden kalkış ve iniş yapabilecek.

8. ANKA III, İlk Atış Testini Gerçekleştirdi

Türkiye'nin ilk dikey kuyruksuz turbofan motorlu insansız hava aracı olan ANKA III, ilk uçuşunu 28 Aralık 2023'te yaptı. ANKA III, bu tarihten sonra 20'den fazla test uçuşu gerçekleştirdi. 2024'ün Eylül ayındaki test uçuşlarında gerçekleştirilen ilk atış testinde ise hedefi 12'den vurdu.

ANKA III, uçan kanat tasarımı ve mühimmatlarını kapalı yuvalarda taşıması sayesinde radarda düşük görünürlüğe sahip. Aynı zamanda sahip olduğu turbofan motoru sayesinde 0,7 Mach maksimum hıza ulaşabilecek.

ANKA III

TUSAŞ

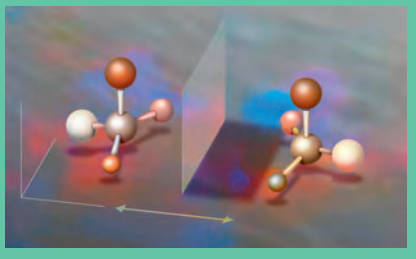
9. Genç Fizikçi Furkan Öztürk'ten Çığır Açıcı Keşif

Genç Türk Bilim İnsanı Furkan Öztürk, Dünya'nın erken aşamalarında canlı organizmalarda kiral moleküllerin bir versiyonunun baskın olmasının nedeninin anlaşılmasına yönelik keşfi ile Harvard Üniversitesi tarafından verilen 2024 Gertrude and Maurice Goldhaber ödülünü almaya hak kazandı.

Lisans eğitimini Bilkent Üniversitesi Fizik Bölümünde tamamlayan ve yakın zamanda Harvard Üniversitesinden doktora derecesini alan Türk Araştırmacı Furkan Öztürk'ün baş yazarı olduğu ve sonuçları *Science Advances* dergisinde yayımlanan araştırmada, Dünya'nın ilk zamanlarında yeryüzünde var olduğu bilinen manyetik özellikteki minerallerin, canlı organizmalarda kiral moleküllerin sadece bir türünün bulunmasını sağlayabileceği belirlendi.

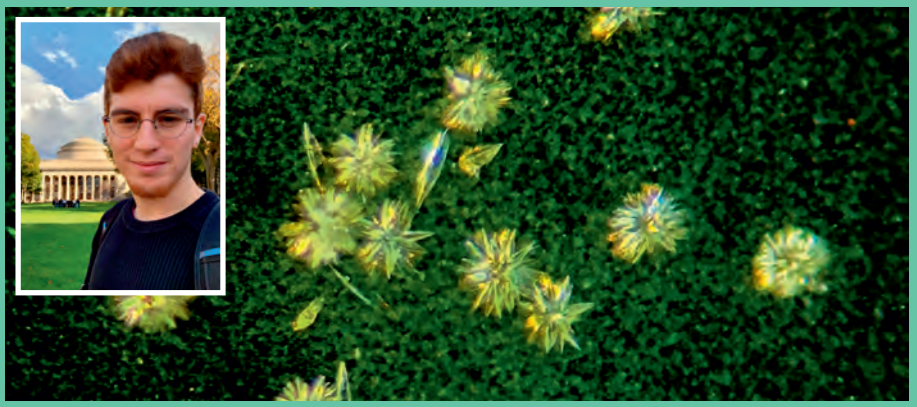
Manyetik özellikteki malzemeler ile kiral moleküller farklı şekilde etkileşir. Furkan Öztürk, bu bilgiden yola çıkarak manyetik özellikteki minerallerin yüzeylerinde biriken kiral moleküllerin sağ elli ya da sol elli formlarından birinin seçilmesini sağlayabileceğini önerdi. Bu görüşü test etmek isteyen araştırmacılar, RNA molekülündeki nükleotit bazlarının öncüsü olan ribo-aminooksazolin (RAO) molekülünü manyetik özellikteki magnetit mineralinin yüzeyinde kristalize etti. Başlangıçtaki çözeltide eşit miktarda sağ elli ve sol elli RAO molekülü olmasına rağmen, sonuçta magnetit mineralinin yüzeyinde kristalize olan moleküllerin büyük kısmının tek bir kiral formda olduğu belirlendi.

Canlı organizmalarda görülen homokiralitenin nedeninin belirlenmesi, Dünya'nın erken aşamalarındaki yaşam sürecinin anlaşılması açısından son derece önemli.



BSIP SA / Alamy

Canlı organizmalarda kiral özellikteki moleküllerin tek bir versiyonu bulunur. Bu durum homokiralite olarak isimlendirilir.



Furkan Öztürk / Magnetit mineralinin yüzeyinde biriken tek kiral formdaki RAO kristalleri

10. Prof. Dr. Rana Sanyal, Avrupa Kadın Yenilikçiler Ödülünü Kazandı

Avrupa Yenilik Konseyi ve Avrupa Yenilik ve Teknoloji Enstitüsü tarafından verilen, Avrupa Kadın Yenilikçiler Ödülü kapsamında "Kadın Yenilikçi" ödülünü, biyoteknoloji alanındaki başarılı çalışmaları ile Prof. Dr. Rana Sanyal kazandı.

Kanser hastaları için hedefe yönelik kemoterapi tedavisinde kullanılmak üzere akıllı nanoilaçlar geliştiren Prof. Dr. Rana Sanyal, 2015 yılında yerli ilaç üretme hedefiyle biyoteknoloji şirketi RS Research şirketini kurdu. Prof. Dr. Rana Sanyal ve ekibi tarafından geliştirilen yenilikçi ilaç taşıma teknolojisi, özellikle kanser tedavisinde ilaçların doğrudan tümör hücrelerine gönderilmesini sağlıyor. Prof. Dr. Rana Sanyal'ın geliştirdiği ve şu anda klinik deneme aşamasında olan ilaç platformu, klinik öncesi araştırmaları tamamen ülkemizde gerçekleştirilip Türkiye'de klinik deneme izni alan ilk ilaç. Prof. Dr. Rana Sanyal'ın 50'den fazla patenti ve patent başvurusu bulunuyor.

11. ODTÜ'lü Araştırmacıların Bilimsel Keşiflerde Robotların Kullanımına Yönelik Çalışması, *Science Robotics*'in Kapağında

Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Çek Teknik Üniversitesi, Durham Üniversitesi ve Graz Üniversitesinden bilim insanları, bal arılarının davranışlarını otonom olarak izleyen robotik bir sistem geliştirdi. Sonuçları *Science Robotics* dergisinde yayımlanan araştırma, aynı zamanda derginin kapak konusu olarak da seçildi. Bitkilerin tozlaşması gibi ekosistem için hayati öneme sahip birçok işlevi olan bal arılarının sayısı, her geçen gün azalıyor. Bu nedenle bal arılarının kovan içindeki davranışlarının anlaşılması, son derece önemli. Türk bilim insanlarımızın uluslararası bir araştırma grubuyla birlikte geliştirdiği robotik sistem, kullandığı yapay görme teknolojisi ile bal arılarının kovandaki davranışlarını takip ederek kraliçe arıyı, işçi arıları ve kuluçka hücrelerinin gelişimini uzun vadede izleme imkânı sağlıyor. Bu sistem, tehlike altındaki türlerin korunmasına yönelik yeni stratejilerin geliştirilmesine yardımcı olabilir. ■

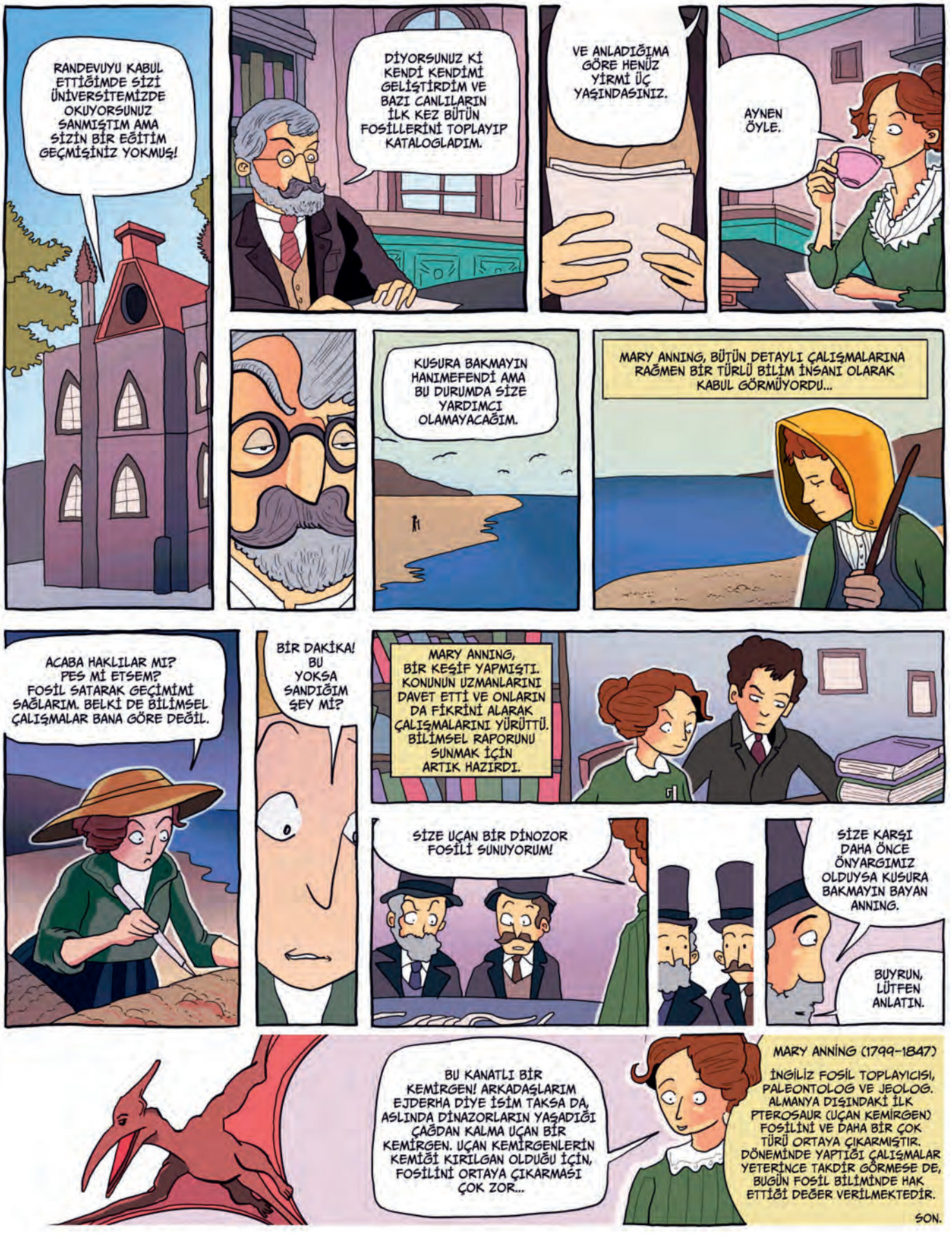
Kaynaklar

https://www.tusas.com/medya-merkezi/haberler/milli-muharip-ucak-kaan-ilk-ucusunu-gerceklestirdi
https://tubitak.gov.tr/tr/duyuru/milli-muharip-ucagi-kaan-ilk-ucusunu-gerceklestirdi
https://www.tei.com.tr/urunler/tei-tf6000-turbofan-motoru
https://baykartech.com/tr/haberler/bayraktar-kizilelmanin-uretim-prototipi-ilk-ucus-testini-basariyla-tamamladi/
https://eic.ec.europa.eu/eic-prizes/european-prize-women-innovators-powered-eic-eit/eu-prize-women-innovators-2023-24-winners_en
https://www.science.org/doi/10.1126/scirobotics.adn6848

Şubat 2024 sayısına erişmek için:

Bilim Çizgi

Sinancan Kara [*btcizgiroman@tubitak.gov.tr*


RANDEVUYU KABUL ETTİĞİMDE SİZİ ÜNİVERSİTEMİZDE OKUYORSUNUZ SANMIŞTIM AMA SİZİN BİR EĞİTİM GEÇMİŞİNİZ YOKMUŞ!
DİYORSUNUZ Kİ KENDİ KENDİMİ GELİŞTİRDİM VE BAZI CANLILARIN İLK KEZ BÜTÜN FOSİLLERİNİ TOPLAYIP KATALOGLADIM.
VE ANLADIĞIMA GÖRE HENÜZ YİRMİ ÜÇ YAŞINDASINIZ.
AYNEN ÖYLE.
KUSURA BAKMAYIN HANIMEFENDİ AMA BU DURUMDA SİZE YARDIMCI OLAMAYACAĞIM.
MARY ANNING, BÜTÜN DETAYLI ÇALIŞMALARINA RAĞMEN BİR TÜRLÜ BİLİM İNSANI OLARAK KABUL GÖRMÜYORDU...
ACABA HAKLILAR MI? PES Mİ ETSEM? FOSİL SATARAK GEÇİMİMİ SAĞLARIM. BELKİ DE BİLİMSEL ÇALIŞMALAR BANA GÖRE DEĞİL.
BİR DAKİKA! BU YOKSA SANDIĞIM ŞEY Mİ?
MARY ANNING, BİR KEŞİF YAPMIŞTI. KONUNUN UZMANLARINI DAVET ETTİ VE ONLARIN DA FİKRİNİ ALARAK ÇALIŞMALARINI YÜRÜTTÜ. BİLİMSEL RAPORUNU SUNMAK İÇİN ARTIK HAZIRDI.
SİZE UÇAN BİR DİNOZOR FOSİLİ SUNUYORUM!
SİZE KARŞI DAHA ÖNCE ÖNYARGIMIZ OLDUYSA KUSURA BAKMAYIN BAYAN ANNING.
BUYRUN, LÜTFEN ANLATIN.
BU KANATLI BİR KEMİRGEN! ARKADAŞLARIM EJDERHA DİYE İSİM TAKSA DA, ASLINDA DİNAZORLARIN YAŞADIĞI ÇAĞDAN KALMA UÇAN BİR KEMİRGEN. UÇAN KEMİRGENLERİN KEMİĞİ KIRILGAN OLDUĞU İÇİN, FOSİLİNİ ORTAYA ÇIKARMASI ÇOK ZOR...
MARY ANNİNG (1799-1847)
İNGİLİZ FOSİL TOPLAYICISI, PALEONTOLOG VE JEOLOG. ALMANYA DIŞINDAKİ İLK PTEROSAUR (UÇAN KEMİRGEN) FOSİLİNİ VE DAHA BİR ÇOK TÜRÜ ORTAYA ÇIKARMIŞTIR. DÖNEMİNDE YAPTIĞI ÇALIŞMALAR YETERİNCE TAKDİR GÖRMESE DE, BUGÜN FOSİL BİLİMİNDE HAK ETTİĞİ DEĞER VERİLMEKTEDİR.
SON.

İlk Kez Kök Hücrelerle Diyabet Tedavisi Yapıldı

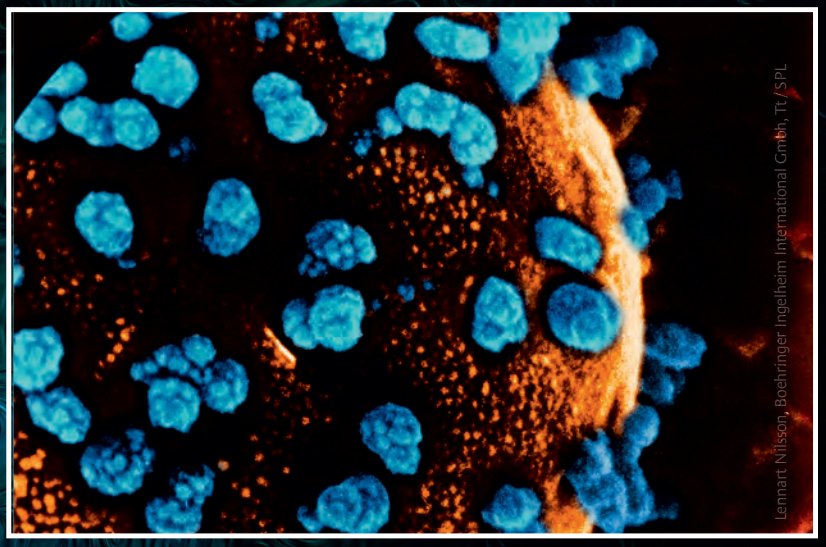
Dr. Özlem Ak [*TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*

Tip 1 diyabet hastası 25 yaşındaki bir kadına, yeniden programlanmış kök hücre nakli yapıldı ve üç aydan kısa bir süre sonra vücut kendi insülinini üretmeye başladı. Hasta, kendi vücudundan alınan hücreler kullanılarak diyabet tedavisi gören ve iyileşen dünyadaki ilk kişi olarak tarihe geçti. Nakilden bu yana bir yıl geçti ve istediğini yeme özgürlüğüne sahip Çin'in Tianjing şehrinde yaşayan bu kişi, artık hayatından çok memnun.

Eylül ayında *Cell* dergisinde yayımlanan bu çalışma, diyabet tedavisinde kök hücrelerin kullanımıyla ilgili umut verici gelişmeleri ele aldı. Bu çalışmaya ilham kaynağı olan bir başka araştırma ise, Çin'in Şangay kentinde gerçekleştirildi. Bu araştırmada, 59 yaşındaki tip 2 diyabetli bir erkek hastanın karaciğerine, hastanın kendi vücudundan alınarak yeniden programlanmış kök hücrelerden üretilen adacık hücreler başarıyla nakledildi. Bu nakil sonucunda hasta, insülin almayı bıraktı.

Bu gelişme, dünya çapında yaklaşık yarım milyar kişiyi etkileyen diyabeti tedavi etmek için kök hücrelerin kullanıldığı birkaç öncü denemeden biri olarak değerlendiriliyor. Diyabet hastalarının çoğu, vücudun yeterli insülin üretmediği veya insülini kullanma yeteneğinin azaldığı tip 2 diyabet hastası. Tip 1 diyabet ise bağışıklık sisteminin pankreastaki insülin üreten adacık hücrelerine saldırması ve bu hücrelerin yok olmasıyla ortaya çıkan ama adacık hücre nakliyle tedavi edilebilen bir hastalıktır. Ancak artan talebi karşılamak için yeterli donörün bulunmaması aşılması gereken önemli bir problem. Ayrıca alıcıların, vücudun donör hücreyi reddetmesini önlemek için bağışıklık sistemini baskılayan ilaçlar kullanması gerekiyor. Buna alternatif olarak geliştirilen kök hücre tedavisinin avantajı, kök hücrelerin vücuttaki herhangi bir dokuyu büyütmek için kullanılabilmesi ve laboratuvarda süresiz olarak kültürlenebilmesi yani hücrelerin kontrollü şartlar altında yetiştirilebilmesi. Bu avantajlar da bu yöntemin potansiyel olarak sınırsız pankreas dokusu kaynağı sunduğu anlamına geliyor. Araştırmacılar, bir kişinin kendi kök hücrelerinden yapılan dokuyu kullanarak bağışıklık sistemini baskılayıcı ilaçlara ihtiyaç duyulmasını da önlemeyi umuyor.

Pekin Üniversitesinde Hücre Biyoloğu olan Deng Hongkui ve meslektaşları, türünün ilk örneği olan denemede, tip 1 diyabetli üç kişiden aldıkları kök hücreleri vücuttaki herhangi bir hücre tipine dönüştürülebilecekleri pluripotent kök hücreye (olgun bir hücreden üretilen ve vücuttaki herhangi bir hücre türüne farklılaşma kapasitesini yeniden kazanan olgunlaşmamış hücre) dönüştürdü. Bu yeniden programlama tekniği, ilk olarak neredeyse yirmi yıl önce Japonya'daki Kyoto Üniversitesinde Shinya Yamanaka tarafından geliştirilmişti. Ancak Deng ve meslektaşları tekniği değiştirdi: Yamanaka'nın yaptığı gibi gen ifadesini tetikleyen proteinler eklemek yerine hücreleri, küçük moleküllere maruz bıraktılar. Bu, süreç üzerinde daha fazla kontrol sağladı. Araştırmacılar, daha sonra kimyasal olarak indüklenmiş pluripotent kök hücrelerini 3 boyutlu adacık hücre kümeleri oluşturmak için kullandı. Hücrelerin güvenliğini ve etkinliğini farelerde test ettiler. Çoğu adacık hücre nakli, hücrelerin gözlenemediği karaciğere enjekte edilir. Ancak araştırmacılar, adacıkları karın bölgesine yerleştirerek hücreleri manyetik rezonans görüntüleme yöntemi kullanarak izleyebiliyor ve gerektiğinde çıkarabiliyorlar. Haziran 2023'te yarım saatten kısa süren bir operasyonla, adacık hücre nakli için yeni bir bölge olan karın kaslarına yaklaşık 1,5 milyon adacık hücreye eş değer adacık hücre kümesi enjekte ettiler. İki buçuk ay sonra kadın hasta, insülin takviyesine ihtiyaç duymadan yeterli miktarda insülin üretiyordu ve bu üretim seviyesi bir yıldan fazla bir süre devam etti. Bu süre zarfında kan şekeri seviyesinde tehlikeli bir yükseliş veya düşüş söz konusu olmadı ve kan şekeri seviyesi, neredeyse tüm gün boyunca olması gereken güvenli sınırlar içinde kaldı. Deng, diğer iki katılımcının sonuçlarının da çok olumlu olduğunu ve kasım ayında bir yıllık sınıra ulaştıklarını, ardından denemeyi 10 veya 20 kişiye daha genişletmeyi umduklarını söylüyor.



Tip 1 diyabetli bir kadın hasta, kök hücre naklinden sonra insülin (mavi) üretmeye başladı.

Florida'daki Miami Üniversitesinde tip 1 diyabet üzerine çalışan Endokrinolog Jay Skyler, sonuçların ilgi çekici olduğunu ancak daha fazla kişide tekrarlanması gerektiğini söylüyor. Ayrıca kadın hastanın iyileştiği sonucuna varmadan önce hücrelerinin beş yıla kadar insülin üretmeye devam ettiğinin gözlenmesi gerektiğini de düşünüyor.

Konuyla ilgili bilim insanları tüm bu olumlu gelişmelerin önemli adımlar olduğunu düşünüyor. Ancak kök hücre türevli adacık hücre naklinin, diyabetin diğer alt tiplerine uygulanmasının genişletilmesi ve bağışıklık sistemini baskılayan ilaçlara gerek kalmadan diyabeti tedavi etmek için kullanıma hazır "evrensel adacık hücreler" üretilmesi için yeni araştırmaların da yapılması gerektiği kanısında.■

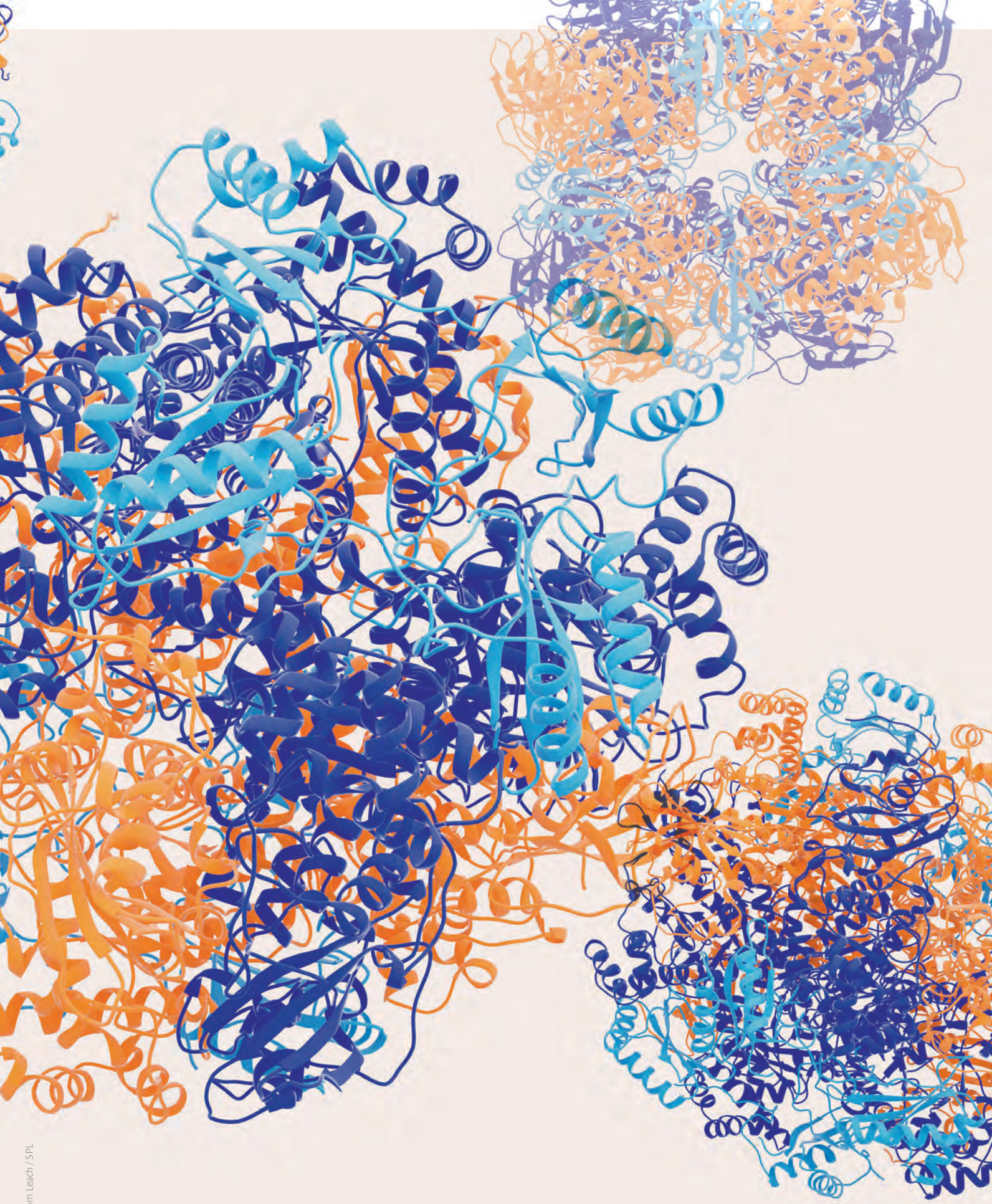
Kaynak

Wang, S., ve ark., "Transplantation of chemically induced pluripotent stem-cell-derived islets under abdominal anterior rectus sheath in a type 1 diabetes patient", *Cell*, cilt 187, s.1–13, 2024.

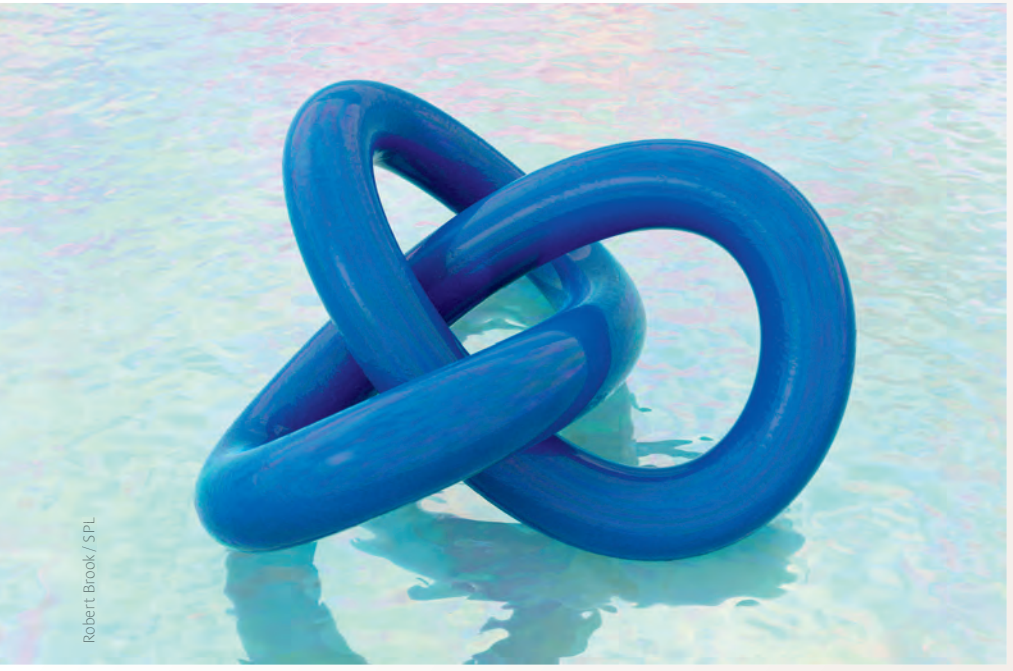
Biyolojik Moleküller, Topoloji ve Yapay Zekâ

Dr. Mahir E. Ocak [*TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*

Proteinler ve DNA gibi biyolojik moleküllerdeki düğümler üzerine çalışmalar yapan araştırmacılar, yüz yıldan uzun bir süredir çözülemeyen bir matematik problemiyle karşı karşıya kalıyor. Son bilimsel çalışmalar, yapay zekânın bu sorunun çözümünde de yararlı olabileceğini gösteriyor.



Thom Leach / SPL



Robert Brook / SPL

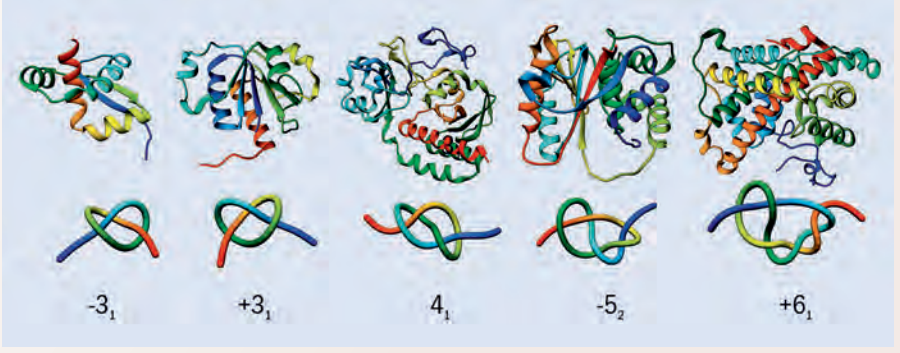
Düğümlü Proteinler

Proteinler, binlerce atomdan oluşan makromoleküllerdir. Amino asitlerin art arda eklenmesiyle oluşan bu biyolojik moleküller önce düz bir zincir biçiminde sentezlenir daha sonra katlanarak karmaşık geometrik şekillere girer. Sahip oldukları bu karmaşık yapılar, proteinlerin vücutta kimyasal tepkimeleri hızlandırma, molekülleri bir yerden başka bir yere aktarma ya da uyaranlara tepki verme gibi işlevleri yerine getirmelerini sağlar.

Her ne kadar proteinler katlanıp şekil alırken amino asit zincirinin farklı bölgeleri birbirine dolansa da düğümler oluşması beklenen bir durum değildir. Ancak 1970'lerde yapılan bilimsel çalışmalar, pek çok proteinin yapısında düğümler olduğunu gösterdi. Bugün Protein Veri Bankası'nda yer alan proteinlerin yaklaşık %1'inin düğümlü yapıda olduğu biliniyor.

Düğümlerin varlığı proteinlerin katlanma sürecine, kararlılığına ve işleyişine olumlu ya da olumsuz etki edebilir. Örneğin, düğümlü proteinlerin düğümsüz proteinlere kıyasla aşırı sıcaklıklara daha dayanıklı olduğunu gösteren çalışmalar var. Ancak düğümlü proteinlerin katlanma süreci muhtemelen daha yavaş gerçekleşiyor ve bu süreçte hataların ortaya çıkma ihtimali daha yüksek oluyor.

Proteinlerin yapılarındaki düğümlerin nasıl ve neden oluştuğu bugün tam olarak bilinmiyor. Ayrıca düğümlerin, proteinlerin biyolojik işlevleri üzerindeki etkilerinin ne olduğu da hâlâ açıklanmayı bekliyor. Bu ve benzeri sorulara cevap bulabilmek için yapılması gerekenlerin başında proteinlerin yapılarındaki düğümleri sınıflandırmak geliyor. Bu durum da araştırmacıları yüz yıldan uzun bir süredir cevap bulunamayan bir matematik problemiyle karşı karşıya bırakıyor: Farklı düğümlerin birbirinden ayırt edilmesini sağlayacak bir topolojik değişmezin keşfedilmesi.



Pawel Dabroswki-Tumanski ve Joanna I. Sulkowska, *Polymers*, 9, 454, 2017.

Çeşitli düğümlü protein yapıları. Görsellerin altındaki sayılar, yapıdaki kesişim noktalarının sayısını ifade ediyor. Sayıların başındaki + ve – işaretleri, yapıların birbirinin ayna görüntüsü olduğu anlamına geliyor.

Topolojik Değişmezler

Biyolojik moleküller için ''bir topolojik değişmez'' keşfetme çabalarına göz atmadan önce topolojik değişmez kavramına odaklanalım.

Matematiğin topoloji olarak adlandırılan dalı, geometrik nesnelerin ufak deformasyonlar altında değişmeyen özellikleriyle ilgilenir. İki geometrik cismin topolojik olarak birbirine denk olması kesme, koparma, yapıştırma gibi işlemlere başvurmaksızın sadece esnetme, sıkıştırma gibi ufak deformasyonlarla bir cismin diğerine dönüştürülebileceği anlamına gelir. Topolojik değişmezler ise topolojik olarak farklı geometrik nesneleri ayırt etmeye yarar. İki geometrik cisim için bir topolojik değişmezin değerinin aynı olması, cisimlerin topolojik olarak birbirine denk olduğu yani ufak deformasyonlarla birinin diğerine dönüştürülebileceği anlamına gelir. Topolojik değişmez değerinin birbirinden farklı olduğu iki geometrik cisim ise ufak deformasyonlarla birbirine dönüştürülemez.

Topolojik değişmez kavramını iki boyutlu yüzeyler üzerinden örneklendirelim. İki boyutlu yüzeyler, "genus" olarak adlandırılan bir topolojik değişmezle sınıflandırılır. Genus, yüzeydeki deliklerin (ya da kulpların) sayısıdır. Örneğin, bir kürenin genusu sıfırdır. Çünkü kürenin yüzeyinde hiç delik yoktur. Bir torusun genusu ise 1'dir. Çünkü torusun ortasında 1 tane delik vardır. Genusların farklı olması, kürenin ve torusun topolojik olarak farklı yapıda oldukları anlamına gelir. Bir torus, ufak deformasyonlarla bir küreye dönüştürülemez. Bir torusu farklı yönlerde ne kadar esnetirseniz esnetin ne kadar sıkıştırırsanız sıkıştırın her zaman bir tane deliği vardır.

Robert Brook / SPL

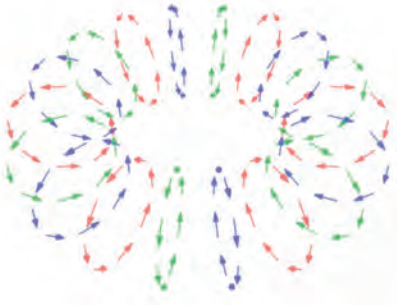
Genusu 1 olan çeşitli iki boyutlu yüzeyler. Genus, yüzeydeki kulpların sayısıdır. Aynı genusa sahip olmaları, tüm bu yapıların ufak deformasyonlarla birbirine dönüştürülebilecekleri anlamına gelir.

Yüzeydeki kulp sayısının bir topolojik değişmez olması, aynı sayıda kulpa sahip geometrik şekillerin topolojik olarak birbirine denk oldukları anlamına gelir. Örneğin, her ikisinin de sadece bir kulpu olduğu için bir torus ve bir kupanın yüzeyi, topolojik olarak birbirine denktir. Bir torus, ufak deformasyonlarla bir kupanın yüzeyine dönüştürülebilir.

Düğüm Teorisi

Modern düğüm teorisinin 1867 yılında Peter Guthrie Tait'in William Thomson'a (Lord Kelvin) yaptığı bir gösteri deneyiyle başladığı söylenir. Tait, deneyler sırasında duman halkaları üretmişti. İlginç olan ise duman halkalarının yapısının şaşırtıcı derecede kararlı olmasıydı. Duman halkaları, odanın içindeki havada yapıları bozulmadan yol alıyor ve hatta sanki elastik bir malzemeden yapılmış gibi birbirleriyle çarpışarak geri yansıyordu.

Duman halkaları, vorteks halkalarının örnekleridir. Bu halkalarda aerosoller ve partiküller, ufak çembersel rotalar takip eder (*bkz*. 34. sayfa, sol üstteki grafik). Duman halkalarının kararlılığını sağlayan, aerosollerin ve partiküllerin bu hareketidir.



Lucas Vieira

Duman halkaları, vorteks halkalarının bir örneğidir.

Kelvin, tanık olduğu deneyden esinlenerek bir atom teorisi öne sürdü. O yıllarda uzayın ''eter'' adı verilen bir madde ile dolu olduğu, elektromanyetik dalgaların bu maddenin içinde yol aldığı düşüncesi hakimdi. Kelvin, atomların eter içindeki halkalar olduğunu ve yapılarının duman halkalarınınkine benzediğini iddia etti. Farklı tür atomları birbirinden ayırt eden şeyin ise bu vorteks halkalarındaki düğümler olduğunu öne sürdü.

Kelvin'in atom teorisi, Tait'in ilgisini çekmişti. Tait, farklı tür düğümleri kataloglamaya başladı. Takip eden 25 sene içinde en fazla on kesişim noktasına sahip düğümler içeren bir tablo oluşturdu. Tait'in tablosunda 251 ayrı çizim vardı. İlerleyen yıllarda Kelvin'in atom teorisi çürütüldü ancak düğüm teorisi, matematiğin bir dalı olarak gelişmeye devam etti.

Tait'in 1884'te yayımladığı "On Knots Part II" adlı çalışmasında yer alan, yediye kadar kesişim noktasına sahip düğümlerin kataloglandığı bir tablo.

Düğümler ve Topolojik Değişmezler

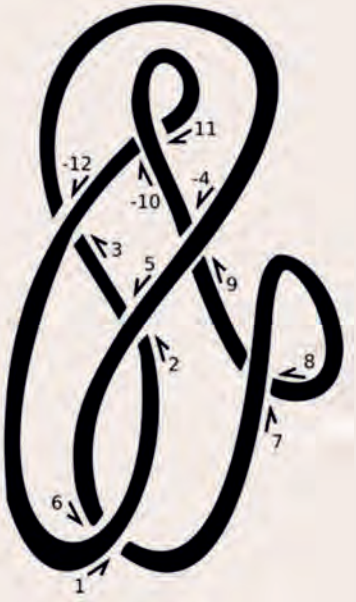
Bugüne kadar düğümleri sınıflandırmak amacıyla pek çok topolojik değişmez adayı öne sürüldü. Ancak hiçbiri tam anlamıyla bir topolojik değişmez değil. Görece basit yapıdaki düğümleri sınıflandırmak için yararlı olsalar da her durumda doğru sonuç vermiyorlar.

Bugüne kadar öne sürülen topolojik değişmezleri cebirsel ve geometrik olarak iki gruba ayırabiliriz. Cebirsel değişmezler düğümlerin "iki boyutlu izdüşümleri" üzerinden; geometrik değişmezlerse düğümlerin üç boyutlu yapısı üzerinden hesaplanır.

Geçmişte öne sürülmüş cebirsel değişmezlerden biri Dowker-Thistlethwaite kodu. 1983 yılında öne sürülmüş bu değişmez şöyle hesaplanıyor: 1) *n* tane kesişim noktası olan bir düğüm boyunca yol olarak her bir kesişim noktasını 1, 2, 3 ... 2*n* sayılarıyla etiketleyin. Sonuçta

St Andrews Üniversitesi Kütüphanesi, ID sfQC3-T2-Vol-1-6

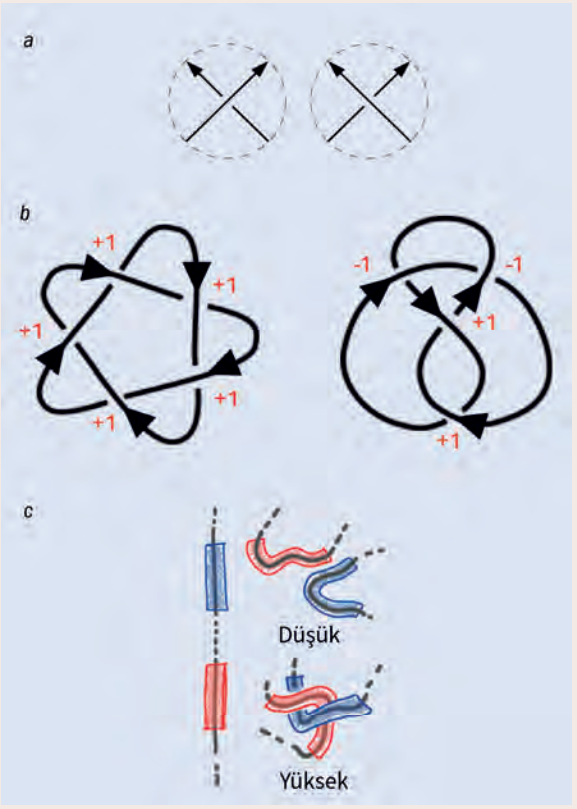
her bir kesişim noktası, biri tek, diğeri çift olmak üzere bir sayı çifti ile etiketlenecektir. 2) Eğer sayı çiftse ve etiket bir üst kesişim noktasına aitse sayının işaretini negatif yapın. Elde edeceğiniz çift sayı dizisi, düğümü tanımlayan bir kod olacaktır.



Dowker-Thistlethwaite kodunun elde edilmesine dair bir örnek.

Tait'in kendisi de kıvrılma sayısı olarak adlandırdığı bir değişmez öne sürmüştü. Kıvrılma sayısını hesaplamak için düğümdeki her bir kesişim noktası, ilk olarak üst kesişim noktası ya da alt kesişim noktası olarak sınıflandırılıyor (*bkz*. sağ üstteki şekil). Daha sonra alt kesişim noktaları -1, üst kesişim noktaları +1 ile etiketleniyor. Son olarak bu sayılar toplanıyor.

Kıvrılma sayısını sadece cebirsel olarak değil, proteinler gibi moleküllerin üç boyutlu yapıları üzerinden geometrik olarak hesaplamak da mümkün. Ayrıca



(a) Kıvrılma sayısı hesaplanırken her bir kesişim noktası, üst kesişim noktası (solda) ya da alt kesişim noktası (sağda) olarak sınıflandırılır. (b) Üst kesişim noktaları +1 ile alt kesişim noktaları -1 ile etiketlenir. (c) Kıvrılma sayısı, geometrik olarak da hesaplanabilir.

geometrik kıvrılma sayısı, tüm moleküler yapının yanı sıra molekülün belirli bir bölgesi için de hesaplanabilir. "Yerel" kıvrılma sayısı, molekülün belirli bölgelerinin birbirine ne ölçüde dolandığını gösterir.

Moleküler Düğümler ve Yapay Zekâ

Yapay zekâ gün geçtikçe bilimsel araştırmalarda daha da fazla yer alıyor. Söz konusu biyolojik moleküller olduğunda da yapay zekâ önemli bir yardımcı hâline geldi. Örneğin Google DeepMind'ın AlphaFold yapay zekâ programı 2021 yılında, çok uzun bir süredir üzerine yoğun araştırmalar yapılan bir konuda önemli bir başarıya imza attı. AlphaFold, amino asit dizilimlerinden proteinlerin yapısını büyük bir doğrulukla tahmin etmeyi başarıyor. Bir proteinin işlevi, üç boyutlu yapısına bağlıdır. Bu durum AlphaFold'un özellikle yeni ilaç geliştirme çabalarında önemli bir araç hâline gelmesine yol açtı. AlphaFold'u geliştiren araştırmacılar 2024 Nobel Kimya Ödülü ile onurlandırıldı.

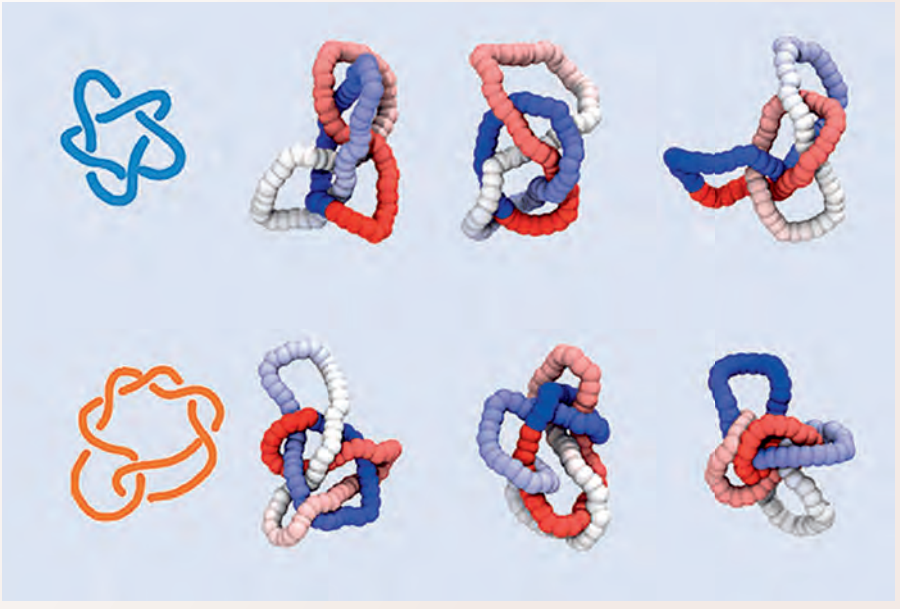
Son yıllarda bazı araştırmacılar, yapay zekâyı düğüm değişmezi probleminde de kullanmaya başladı. Hong Kong Şehir Üniversitesinden Olafs Vandans ve arkadaşları 2020'de, Padova Üniversitesinden Anna Braghetto ve arkadaşları 2023'te yayımladıkları makalelerde yapay zekâ kullanarak düğümleri sınıflandırma üzerine çalışmalar yaptı. Her iki araştırma grubu da düğümleri art arda dizilmiş boncuklardan oluşan sicimler gibi modelledi ve kartezyen koordinatlar kullanarak yapay zekâ programını eğitti. Padova ve arkadaşları, farklı olarak eğitimler sırasında yapay zekâ uygulamasına boncuklar arasındaki mesafe ve açı ile ilgili bilgiler de verdi. Her iki araştırma grubu da büyük bir doğrulukla düğümleri

sınıflandırmayı başardı. Ancak çalışmalar, en basit yapıdaki beş ayrı düğümle sınırlıydı.

Yakın zamanlarda Edinburgh Üniversitesinden bir grup araştırmacı, yapay zekâ kullanarak en fazla on kesişim noktasına sahip düğümleri %95 doğrulukla sınıflandırmayı başardı. Çalışmaya imza atan Davide Michieletto ve öğrencileri, düğümlü proteinlerle ilgili biyolojik süreçlerden esinlendi.

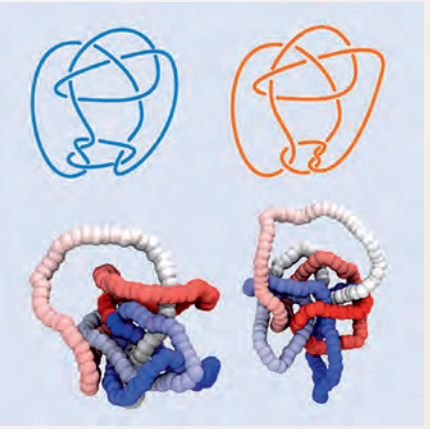
DNA moleküllerindeki düğümleri çözmek için özelleşmiş ''topoizomeraz'' olarak adlandırılan enzimler vardır. Bu enzimler, DNA iplikçiklerini kesip yeniden yapıştırarak düğümleri çözer. Bu süreçlerle ilgili dikkat çekici bir nokta ise topoizomerazların DNA moleküllerinden binlerce kat daha küçük olmasıdır. Bu durumdan yola çıkan araştırmacılar, topoizomerazların DNA moleküllerinin yerel geometrik özelliklerine duyarlı olduğunu varsaydı.

Araştırmacılar, iki ayrı yapay zekâ uygulaması geliştirdi. Uygulamaların birini daha önceki çalışmalarda olduğu gibi kartezyen koordinatlarla, diğerini ise yerel geometrik kıvrılma sayısı ile eğitti. Eğitimler sırasında en basit beş düğümün termal hareketlerinin simüle edilmesiyle elde edilmiş binlerce farklı konfigürasyon içeren bir veri seti kullanıldı. Testler sırasında ise yapay zekâ uygulamasından veri tabanında yer almayan düğüm konfigürasyonlarını sınıflandırması istendi. Kartezyen koordinatlarla eğitilen yapay zekâ uygulaması, her beş konfigürasyondan dördünü doğru sınıflandırabildi. Yerel kıvrılma sayısı ile eğitilen yapay zekâ uygulamasının doğruluk oranı ise %99,9 oldu.



Davide Michieletto

Yapay zekâyı eğitmek için kullanılan düğümlerden ikisi ve bu düğümlerin farklı konfigürasyonları



Davide Michielotto ve ark., *Soft Matter*, 20, 7, 1.

Conway ve Kinoshita-Teresaka düğümleri. Pek çok topolojik değişmez, yapıları birbirine çok benzeyen bu iki düğümü ayırt edemiyor.

Araştırmacılar, bir başka testte ise uygulamalardan üç ayrı düğümü sınıflandırmasını istedi. Bu düğümlerden Conway düğümü ve Kinoshita-Terasaka düğümü olarak adlandırılan ikisi, on bir kesişim noktasına sahipti. Testte kullanılan üçüncü düğüm ise tüm düğümlerin en basiti olan ve hiçbir düğüm içermeyen basit bir halkaydı. Conway düğümü ve Kinoshita-Terasaka düğümünün yapıları birbirine çok benziyor ve bugüne kadar öne sürülmüş topolojik değişmezlerin pek çoğu, bu iki düğümü birbirinden ayırt etmeyi başaramıyor. Bu düğümlerin topolojik değişmezlerinin bazıları da basit halkayla aynı değerlere sahip. Elde edilen sonuçlar, kartezyen koordinatlarla eğitilen yapay zekâ uygulamasının Conway düğümü ile Kinoshita-Terasaka düğümünü birbirinden ayırt etmeyi başaramadığını gösterdi. Yerel geometrik kıvrılma

sayısı ile eğitilen yapay zekâ uygulaması ise kendisine verilen konfigürasyonların %99,9'unu doğru biçimde sınıflandırmayı başardı.

Araştırmacılar, gerçekleştirdikleri son testte ise çok daha büyük bir veri tabanı kullandı. İlk olarak her biri en fazla 10 kesişim noktasına sahip 250 ayrı düğümün termal hareketleri simüle edildi. Daha sonra yapay zekâ uygulamalarından kendilerine verilen düğümleri sınıflandırmaları istendi. Kartezyen koordinatlarla eğitilen yapay zekâ uygulaması, bu karmaşık yapılı düğümleri sınıflandırmakta pek başarılı olmadı. Uygulama, ortalama olarak her beş testten sadece birinde doğru sonuç verebildi. Yerel geometrik kıvrılma sayısı ile eğitilen yapay zekâ uygulamasının doğruluk oranı ise %95 oldu. Uygulamanın ulaştığı bu doğruluk oranına hiçbir topolojik değişmez tek başına ulaşamıyor.

Araştırmacıların geliştirdikleri yapay zekâ uygulaması üzerinde yaptıkları analizler, yapay zekânın bu kadar büyük bir doğruluğa ulaşmayı nasıl başardığını gösteriyor. Uygulama, beş basit düğüm ile yapılan testler sırasında düğüm üzerindeki her bir nokta çiftini alıp iki noktadaki kıvrılma değerlerini birbiriyle çarpıyor. İlginç bir nokta ise bu prosedürün "ikinci dereceden Vassiliev değişmezi" olarak adlandırılan bir değişmezi hesaplarken kullanılması. Vassiliev değişmezlerinin farklı dereceleri, yerel kıvrılma matrisi çiftlerini, üçlülerini, dörtlülerini (...) çarparak hesaplanıyor. Geçmişte tüm Vassiliev değişmezleri kümesinin, düğümleri sınıflandırmak için kullanılabilecek gerçek bir topolojik değişmez olduğu öne sürülmüş ancak bu önermeyi ispatlamak mümkün olmamıştı. Daha da ilginç olanı, topolojisi giderek karmaşıklaşan düğümler verildiğinde yapay zekâ uygulamasının giderek daha yüksek dereceden Vassiliev değişmezlerini hesaplamaya başlaması. Örneğin 250 düğümle ilgili bilgileri içeren veri tabanı kullanıldığında uygulama, üçüncü ya da dördüncü dereceye kadar Vassiliev değişmezlerini hesaplamaya başlıyor. Ne düğümler ne de düğüm teorisi hakkında hiçbir bilgisi olmayan bir programın kendini zorlu problemlere adapte edebilmesi, yapay zekânın potansiyelini gözler önüne seriyor.

Özet

Farklı düğümleri sınıflandırmak için kullanılacak bir topolojik değişmez keşfetmek, yüz yıldan uzun bir süredir çözülemeyen bir matematik problemi. Son zamanlarda proteinler ve diğer biyolojik moleküllerdeki düğümler üzerine çalışmalar yapan araştırmacılar da düğümlerin işlevini anlayabilmek için böyle bir değişmezin keşfine ihtiyaç duyuyor. Geliştirilmesinin üzerinden geçen üç yılda AlphaFold, milyonlarca protein yapısı geliştirdi. Bu proteinlerin azımsanamayacak bir kısmının düğümlü yapıda olduğu biliniyor. Dolayısıyla düğümleri sınıflandırmak için kullanılabilecek bir topolojik değişmezin keşfi, proteinlerle ilgili bilimsel çalışmalarda yararlı olacaktır. Ayrıca düğümlerin önemli olduğu tek alan biyoloji de değil. Bilimsel çalışmalar, düğümlerin hidrojellerin termodinamik ve malzeme özelliklerini değiştirdiğini gösteriyor. Gelecekte yeni malzemeler tasarlayan araştırmacılar da topolojiden yararlanabilir. Yakın zamanlarda yapay zekânın düğümleri sınıflandırmada gösterdiği başarı, gelecek için umut vadediyor. ■

Kaynaklar

- Michieletto, Davide, "Spot the knot: using AI to untangle the topology of molecules", *Physics World*, https://physicsworld.com/a/spot-the-knot-using-ai-to-untangle-the-topology-of-molecules/, 13 Ağustos 2024.
- Vandans, Olafs, ve ark., "Identifying knot types of polymer conformations by machine learning", *Physical Review E*, Cilt 101, Makale No: 22502, 2020.
- Braghetto, Anna, ve ark., "Machine Learning Understands Knotted Polymers", *Macromolecules*, Cilt 56, s. 2899, 2023.
- Sleiman, Joseph L., ve ark., "Geometric Predictors of Knotted and Linked Arcs", *ACS Polymers Au*, Cilt 2, s. 341, 2022.
- Sleiman, Joseph L., ve ark., "Geometric learning of knot topology", *Soft Matter*, Cilt 20, s. 71, 2024.
- Sulkowska, Joanna I., ve ark., "AlphaFold predicts novel human proteins with knots", *Protein Science*, Cilt 32, Makale No: e4631, 2022.

Gürkan Caner Birer [*teknoyasam@tubitak.gov.tr*

Magentic-One: Yapay Zekâ ile Görevleri Kolaylaştıran Yeni Altyapı

Microsoft, kullanıcıların işlerini daha verimli ve kolay bir şekilde yapmalarını sağlamak amacıyla, birden fazla yapay zekâ aracısını birlikte kullanabilen "Magentic-One" adlı yeni bir açık kaynaklı altyapı projesini tanıttı. Magentic-One, çeşitli görevleri yerine getirmek için farklı yapay zekâ modüllerini bir araya getirerek, karmaşık işlemleri çözmek için tasarlandı.

Magentic-One, birden fazla yapay zekâ aracısını bir arada çalıştırmak için "Orchestrator" adı verilen bir merkez yönetici kullanıyor. Orchestrator, farklı görevleri özel araçlara yönlendiriyor:

- **WebSurfer:** İnternette arama yapma ve bilgi toplama görevlerini yerine getiriyor.
- **FileSurfer:** Dosya ve klasörlerde gezinme, belgeleri bulma ve düzenleme gibi görevlerde kullanılıyor.
- **Coder:** İstenilen programları veya algoritmaları kodlayan bir yapay zekâ.
- **ComputerTerminal:** Yazılan kodları çalıştıran ve test eden bir araç olarak görev yapıyor.

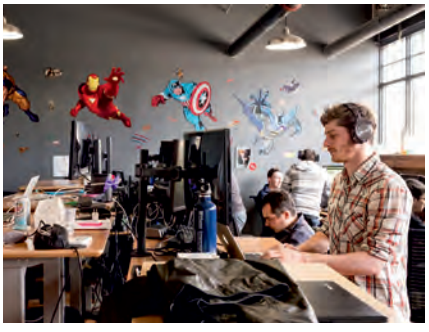
Bu araçlar arasında uyumlu bir iş akışı sağlanarak, karmaşık görevler bir bütün hâlinde tamamlanabiliyor. Kullanıcılar, yalnızca bir komut vererek Magentic-One'ın tüm görevleri bir "asistan" gibi üstlenmesini sağlayabiliyor. Bu sistem, kullanıcıyı her bir görevi ayrı ayrı yönetmekten kurtararak iş akışını kolaylaştırıyor ve hızlandırıyor.

Magentic-One, gelecekte yapay zekâ ile çalışmanın nasıl şekilleneceğine dair önemli ipuçları sunuyor.

https://bit.ly/magentic-one

Gençler Teknoloji Odaklı Mesleklere Yöneliyor

Teknolojiyle büyüyen gençler, gelecekte teknoloji odaklı mesleklerde çalışmak istiyor. İngiltere'de yapılan bir araştırmaya göre gençlerin %50'den fazlası, uygulama geliştirme ve yapay zekâ gibi alanlarda kariyer yapmayı hedefliyor. Özellikle Kuzey İrlanda'da bu oran %75'e kadar çıkıyor. Ülkemizde de benzer bir eğilim gözlemleniyor; TEKNOFEST, DENEYAP Teknoloji Atölyeleri ve BTK Akademi gibi projelere gençler yoğun ilgi gösteriyor. İngiltere'deki araştırmaya katılan gençlerin %48'i, insan yaşamını kolaylaştıracak icatlar geliştirebileceklerine inanıyor. En çok ilgi gösterilen alanlarsa; uygulama geliştirme, siber güvenlik ve sosyal fayda için yapay zekâ kullanımı. Ancak gençler yeterli eğitim almadan teknoloji alanında kariyer yapmanın zor olduğunun da farkında.



https://bit.ly/tekno-is

TOGG'a Yeni Güncelleme

Yerli elektrikli otomobil TOGG yeni yazılım güncellemesiyle otonom sürüş özelliklerini geliştirdi. T10X'te, güncellenen yeni yazılım 1.5 ve ADAS dönüşümüyle birlikte kullanıcıların mobilite deneyimini artıracak pek çok özellik devreye giriyor. Bu işlemler için özel olarak hazırlanan temas noktalarında gerçekleştirilecek yazılım yükleme ve dönüşümle birlikte, kullanıcıların V1 ve V2 cihazlarında; trafik işareti algılama sistemi, arka trafik çarpışma uyarısı, arka çapraz trafik uyarısı, akıllı şerit takip sistemi, şeritten ayrılma uyarısı, ön çarpışma uyarısı ve acil durum frenleme gibi 7 özellik kullanılmaya başlanacak.

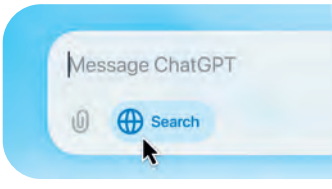
V2 model cihazlara bu 7 özelliğe ek olarak, dur-kalk fonksiyonlu adaptif hız sabitleyici ve adaptif sürücü asistanı özellikleri de standart ve ücretsiz olarak yüklenecek.

https://bit.ly/togg-1-5

Arama Motoru Yarışı Hızlandı

OpenAI, popüler yapay zekâ sohbet robotu ChatGPT'ye arama motoru özelliği ekledi. Artık kullanıcılar, bir konudaki güncel bilgilere ChatGPT aracılığıyla konuşma tarzında ve akıcı anlatım dilinde ulaşabiliyor. Üstelik konuyla ilgili ek sorular sorarak daha derinlemesine bilgi almak da mümkün. OpenAI, bu yeni özellikleri alışveriş ve gezi gibi alanlarda daha kapsamlı sonuçlar sunacak şekilde geliştirmeyi ve sesli sohbet seçenekleri eklemeyi hedefliyor. Şimdilik sadece ücretli abonelere sunulan bu özellik, yakın gelecekte tüm kullanıcılara açılacak.

Diğer tarafta Google, OpenAI'nin bu yeniliğine yanıt olarak yapay zekâ destekli yeni özellikler duyurdu. Bu yenilikler, kullanıcılara daha kişiselleştirilmiş ve doğru arama sonuçları sunmayı amaçlıyor. Özellikle arama sonuçlarının yapay zekâ tarafından düzenlenmesi ve Google Lens güncellemeleri gibi değişiklikler, kullanıcı deneyimini daha da zenginleştiriyor.



https://bit.ly/chatgpt-search
https://bit.ly/google-yz

Demans Hastalığının Lazer ile Tespiti

Lazer teknolojisi tıbbi teşhis alanında etkili bir şekilde kullanılıyor. Southampton Üniversite Hastanesi'nde danışman nörolog Prof. Chris Kipps ve Prof. Sumeet Mahajan'ın yer aldığı bir ekip tarafından geliştirilen yeni bir lazer tabanlı test, demans hastalığını yalnızca dakikalar içinde, semptomlar henüz ortaya çıkmadan tespit edebiliyor. Bu teknoloji, özellikle Alzheimer ve diğer demans türlerinin erken teşhisi için önemli bir adım olarak değerlendiriliyor.

İlk denemeler, Alzheimer hastalığını %93 doğrulukla tespit edilebildiğini gösterdi. Çoklu uyarma Raman spektroskopisi (MX-Raman) adı verilen yeni teknoloji, vücut sıvısının (kan, omurilik sıvısı veya mukus) bir damlasını lazer ışınlarıyla analiz ederek protein, lipit ve şeker moleküllerindeki değişiklikleri tespit etmeyi sağlıyor. Yüksek doğruluk oranına sahip bu lazer tabanlı test, erken teşhis sayesinde hastalara zamanında müdahale imkânı sunarak yaşam kalitesini artırma potansiyeli taşıyor.

https://bit.ly/lazer-d

Lazer-Akustik Teknolojisiyle Mayın Temizleme

Dünya Sağlık Örgütü'ne göre, dünya genelinde 110 milyondan fazla mayın, hâlâ aktif durumda. Bu tehlikeli kalıntılar, insanlar için ciddi bir tehdit oluşturmaya devam ediyor. Geleneksel mayın tespit yöntemleri genellikle zaman alıcı ve tehlikeli. Mississippi Üniversitesinde Vyacheslav Aranchuk liderliğindeki araştırmacılar tarafından geliştirilen yeni bir yöntem lazer ışınlarını ve akustik titreşimleri kullanarak, toprak altındaki mayınları daha etkili bir şekilde tespit edebiliyor. Lazer-akustik teknoloji, yer yüzeyine lazer ışınları göndererek ve akustik titreşimler oluşturarak çalışıyor. Gömülü mayınlar, çevresindeki topraktan farklı titreşim özelliklerine sahip olduğundan, mayınların konumu rahatlıkla tespit edilebiliyor. Bu yöntem, operatörlerin güvenli bir mesafeden mayınları tespit etmelerine olanak tanıyor.

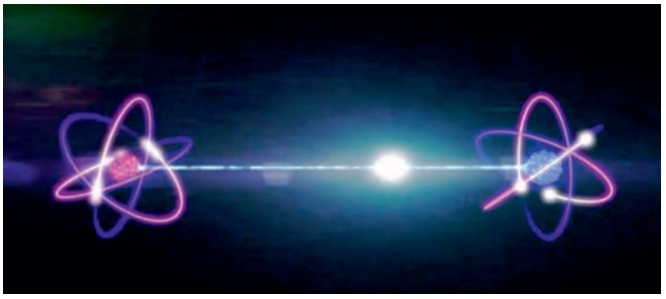
https://bit.ly/lazer-a

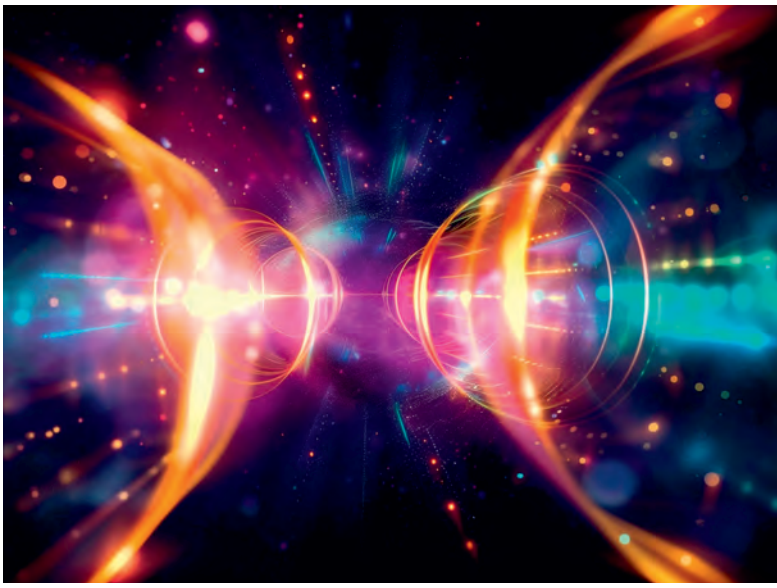
Kuantum Işınlama

Kuantum ışınlama, bir parçacığın kuantum durumunun, fiziksel olarak taşınmadan, uzaktaki başka bir parçacığa aktarılması sürecidir. Bu süreç, kuantum dolanıklık prensibine dayanır; yani iki parçacık, aralarındaki mesafeye bakılmaksızın, birbirlerinin durumlarını anında etkileyebilir. Ancak bu prensibin gerçek hayatta uygulanması o kadar kolay değil.

1993'te IBM'den bir ekip *Physical Review Letters* dergisinde bir kuantum durumunun ışınlanmasıyla ilgili bir makale yayımladı. Beş yıl sonra, Kaliforniya Teknoloji Enstitüsü ve Galler Üniversitesi'nden fizikçiler, bir fotonun kuantum durumunu bir metrelik koaksiyel kablo üzerinden ışınlayarak teoriyi uyguladılar. 2017'de Çinli araştırmacılar, bir fotonun kuantum durumunu Dünya'dan 1.200 kilometre uzaktaki bir uyduya başarıyla ışınladılar. Bu deney, kuantum iletişimi ve güvenli veri aktarımı alanında büyük bir adım olarak kabul edildi.

Finlandiya Turku Üniversitesinden Prof. Jyrki Pillo liderliğindeki bir ekip, Çin Hefei Bilim ve Teknoloji Üniversitesi'nden araştırmacılarla birlikte kuantum ışınlamayı pratik uygulamaya yönelik bir teori





geliştirdiler ve teorilerini doğrulamak için deneyler gerçekleştirdiler. Bu yeni yaklaşım, gürültünün varlığına rağmen yüksek kaliteli ışınlamayı sağlıyor.

Son olarak, C. Ryan-Anderson liderliğindeki araştırmacılar "mantıksal kubit" adı verilen birimi ışınlayarak önemli bir aşama kaydettiler. *Science* dergisinde yayımlanan makaleyle duyurulan bu yöntem, kuantum bilgisayarların bilgi işleme süreçlerinde hata toleransını sağlamak için kritik bir rol oynayabilir. Bu yöntemde, transversal yaklaşım kafes cerrahisi ve Steane kodu gibi yöntemlerle birleştiriliyor. Transversal yaklaşım işlemleri aynı anda birden fazla kubite uygulayarak hızlı ışınlanmayı sağlasa da karmaşık bir manipülasyon gerektiriyor. Mantıksal kubitlerin ışınlanması, kuantum ışınlamayı yalnızca bir teori olmaktan çıkarıp pratik bir teknoloji hâline getirecek adımlar arasında yer alıyor. Ancak, bu tür bir hata toleranslı kuantum ışınlama, yüksek enerji ihtiyacı ve gelişmiş ekipman gereksinimi nedeniyle hâlâ oldukça karmaşık bir süreç olarak karşımızda duruyor.

–

https://bit.ly/kuantum-nato
https://bit.ly/kuantum-1
https://bit.ly/kuantum-2

Gen Terapisiyle Obeziteye Müdahale

Dr. Özlem Ak [*TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*

Amerika Birleşik Devleti (ABD) Hastalık Kontrol Merkezine (CDC) göre, ABD'deki çocukların ve gençlerin yaklaşık %20'si obez (sağlığı bozacak ölçüde vücudunda aşırı yağ birikmesi olan kişi) kabul ediliyor. Türkiye İstatistik Kurumu verileri de ülkemizdeki 15 yaş ve üstü obez bireylerin oranının 2022 yılında %20,2 olduğunu gösteriyor. Araştırmalar, obezitenin, artrit (eklem yangısı), kalp ve damar rahatsızlıkları ve metabolik bozukluklar gibi çeşitli sağlık sorunlarını önemli ölçüde etkilediğini kanıtlıyor.

St. Louis, Washington Üniversitesi Tıp Fakültesi, Ortopedi Bölümündeki araştırmacılar, son dört yıllarını çocukluk çağı obezitesinin etkilerini önlemek için yenilikçi bir yöntem geliştirmekle geçirdi. Ortopedi Cerrahı Dr. Farshid Guilak ve Kıdemli Bilim İnsanı Dr. Ruhang Tang, gen terapisini kullanarak zararlı yağ asitlerini faydalı olanlara dönüştürmenin yeni bir yolunu keşfetti. Bu keşif, obeziteyle mücadele eden çocukların, başta artrit olmak üzere diğer sağlık sorunları yaşama riskini azaltmayı mümkün kılacak.

Dr. Guilak'a göre çocuklarda artrit için bir numaralı önlenebilir risk faktörü, aşırı kilolu olmak. Neredeyse bir salgın hâline gelen çocukluk çağı obezitesinin bir sonucu olan artritin görülme oranlarında da artış var. Araştırmacıları obeziteye neden olan beslenme şekli endişelendiriyor. Çünkü çocukların tükettiği yağ asidi türleri, bir çocuğun kilo almasındaki önemli etkenlerden birisi.

Araştırma ekibi çalışmalarında, çocuklarda çok yaygın olan ve "travma sonrası artrit" olarak adlandırılan, dizde dengeleyici ve yastık görevi gören menisküs dokusunda yırtılma gibi diz yaralanmasının neden olduğu bir artrit türünü inceledi. Ekip, fareler üzerinde uygulanan gen terapisinin yüksek yağlı, omega-6 açısından zengin bir diyetin genel metabolik sağlık ve diz artriti üzerindeki etkilerini önemli ölçüde azalttığını buldu. Özellikle diyet kaynaklı obezitenin bu farelerde ''erken yaşlanmaya'' yol açtığı ve bunun gen terapisi ile önlendiği bulgusu ilgi çekiciydi. Dr. Tang, gen terapisi tekniklerinde, belirli bir enzimin genini hücrelere iletmek için inaktif bir virüs olan adeno-ilişkili virüsün (AAV) kullanıldığını söylüyor.

Gen terapisi, genetik temeli bulunan hastalıkların tedavisinde stratejiler geliştirmek için kullanılan ve günümüzde tedavisi olmayan hastalıklar için umut vaat eden bir yöntemdir. Bu yöntemde normal fonksiyonunu yapmayan, eksik veya hatalı protein üretimine neden olan bir geni düzeltmek amacıyla DNA veya RNA molekülleri, insan hücrelerine, organ veya dokularına transfer edilir. Genellikle adeno-ilişkili virüsler (AAV'ler), diğer viral vektörlerden daha güvenli oldukları için gen terapisi uygulamalarında tercih edilir.

bit245 / iStock

Ekibin geliştirdiği yeni gen terapisi yönteminde aşırı miktardaki omega-6 yağ asitleri, vücudun metabolik sağlığı için daha iyi olan omega-3 yağ asitlerine dönüştürülüyor. Dr. Guilak, yağlı gıdalardan ve kızartmalardaki bitkisel yağlardan gelen omega-6 yağ asitlerinin yangıyı (enflamasyon)tetikleme eğiliminde olduğunu, artrit, kalp, damar hastalıkları ve metabolik sorunlar gibi sağlık sorunlarına yol açabileceğini söylüyor. Balık ve bazı kabuklu yemişlerde bulunan omega-3'ler ise insülin duyarlılığını artırıp yağ metabolizmasını hızlandırarak, yangı ve obeziteyle ilişkili hastalık riskini azaltıp daha sağlıklı bir metabolik profili destekliyor. Araştırma ekibinden Dr. Natalia Harasymowicz, uyguladıkları gen terapisinin obeziteye bağlı yangının ve artiritin gelişmesinde rol oynayan pro-enflamatuar hücrelerin sayısını da azaltabildiğini belirtiyor.

Dr. Guilak, özellikle ABD'de modern beslenme şeklinin omega-6'larca yüksek ve omega-3'lerce düşük olma eğiliminde olduğunu, bunun da özellikle çocuklar için bir dengesizliğe yol açtığını söylüyor. Geliştirdikleri gen terapisi, vücuttaki omega-6 yağ asitlerini otomatik olarak omega-3 yağ asitlerine dönüştürerek kötü yağları etkili bir şekilde iyi yağlara çeviriyor.

Araştırmacılar, bu yeni yöntemin, çocuklarda artritin gelişme riskini azaltmaya ve tedavileri daha etkili hâle getirmeye yardımcı olacağını umuyor. Ayrıca gerçekleştirdikleri çalışmaların, çocukların daha sağlıklı bir yaşam sürmelerine yardımcı olma potansiyeli, araştırmacıları daha da heyecanlandırıyor. ■

Kaynaklar

Guilak, F. ve ark. "Gene therapy for fat-1 prevents obesity-induced metabolic dysfunction, cellular senescence, and osteoarthritis", *Proceedings of the National Academy of Sciences*, cilt 121, sayı 43, 2024.

https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Turkiye-Saglik-Arastirmasi-2022-49747

Üç Yaş Altı Çocuklar Teknolojiyi Nasıl Kullanıyor?

Dr. Özlem Ak [*TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*

Çok küçük yaştaki çocukların çoğu, kendi başına video izleyip fotoğraf çekiyor, bazıları da sayı ve ses bilgisi öğrenme uygulamaları dâhil olmak üzere kendi başına dijital oyunlar oynuyor. Büyük bir araştırma, 3 yaşından küçük çocukların evde dijital teknolojiye ne ölçüde erişebildikleri, bunu nasıl kullandıkları ve dijital teknolojinin dil gelişimlerini nasıl etkilediği konusunda önemli bilgiler ortaya koydu.

Çalışma, Birleşik Krallık genelinde 1.400'den fazla ebeveynle yapılan çevrim içi bir anketi, ebeveynler ve küçük yaş çocuk eğitim uzmanları ile yapılan görüşmeleri ve ailelerin evlerinde yapılan 40 vaka uygulamasını kapsıyor.

Çalışmanın çevrim içi anketine katılan ailelerin %98'inin bir akıllı telefona erişimi ve aynı oranda kablosuz internet bağlantısı vardı, %92'sinin bir televizyona/akıllı televizyona ve %80'inden fazlası da dizüstü bilgisayar ve/veya tablete sahipti. Ayrıca evlerde akıllı cihazlar (akıllı telefonlar, akıllı hoparlörler gibi), interaktif oyuncaklar, müzik çalarlar ve hatta ev aletleri (akıllı buzdolapları ve dokunma hassasiyetli kontrol panelleri) dâhil olmak üzere çocukların etkileşimde bulunduğu farklı teknolojik ürünler de vardı.

Manchester Metropolitan, Lancaster, Swansea, Belfast Queen's ve Strathclyde üniversitelerinin birlikte yürüttüğü "Toddlers, Tech and Talk" isimli çalışma, doğumdan 36 aylığa kadar olan çocukların ev yaşamlarında etkileşim hâlinde oldukları teknolojiler hakkında yayımlanan ilk detaylı rapor özelliğini taşıyor.

Manchester Metropolitan Üniversitesinde Erken Çocukluk Dönemi İletişimi Profesörü olan Rosie Flewitt, resmi istatistikler ve toplumdaki tartışmaların genellikle çok küçük çocukların dijital medya kullanmadığını varsaydığını, araştırmalarının aslında durumun böyle olmadığını gösterdiğini söylüyor. Bulgularının ise çok küçük yaştaki çocukların evde bir dizi dijital teknolojiyle etkileşimlerine ilişkin kanıtlar sunduğunu belirtiyor.

JohnAlexandr / iStock

Raporun sonuçlarına göre ebeveynlerin büyük çoğunluğu, teknolojinin çocuklara sayılarla (%83), okumayla (%75) ve özgün ve yenilikçi düşünmeyle (%75) ilgili beceriler geliştirme fırsatları sunduğunu kabul ediyor ve çoğu teknolojinin öğrenme konusunda zararlı olduğu fikrine katılmıyor. Aynı zamanda dijital cihazların küçük çocukların fiziksel sağlığına (%47) ve ruh sağlığına (%49) zarar verebileceğine inanan ebeveynler de var. Ebeveynlerin %81'i ise dijital teknolojinin küçük çocukların eğlenmesi için fırsatlar sunduğuna inanıyor. Bazı ebeveynler (%66) ise çocuklarının cihazları kullanmasını destekliyor, bazıları da (%72) çocukları çevrim içi ortamda güvende tutabileceklerini düşünüyor.

Çalışma, ebeveynlerin çocuklarıyla birlikte teknolojiyi fotoğraf ve videolara bakmak, fotoğraf çekmek, program izlemek, müzik dinlemek, dijital resimler yapmak ve hikâye dinlemek gibi pek çok farklı şekilde kullandıklarının altını çiziyor. Aynı zamanda teknolojinin çok küçük yaştaki çocukların dil gelişimi için şarkı ile tekerleme dinleme ve söyleme, ebeveynleri veya kardeşleriyle birlikte çok sevilen TV karakterlerini izleme ve bunlar hakkında konuşma ve görüntülü aramalarda aileleriyle konuşma gibi zengin fırsatlar sunabileceğine dair daha fazla bilgi içeriyor.

Lancaster Üniversitesinden Prof. Dr. Julia Gillen, birçok ailenin çocuklarının dijital teknoloji ile dil gelişimini desteklemek amacıyla farklı yollar düşündüğünü belirtiyor. Örneğin, bazı ebeveynler, bebeklerinin altını değiştirirken akıllı hoparlörler kullanarak bebekleriyle hayvan sesleri alıştırması yapıyor ya da küçük çocukları tekerleme söylemeye teşvik ediyor. Dijital teknolojinin çocukların pasif bir şekilde oturmasına neden olduğunun yanlış bir algı olduğunu düşünen Gillen, çocukların videolara genellikle dans ederek veya ritmik hareketler yaparak yanıt verdiklerini gözlemlediklerini belirtiyor.

Araştırmaya katılan ebeveynler, toplumdaki küçük çocukların dijital deneyimlerinin nispeten göz ardı edildiği ve yetişkinlerin iyi uygulamalar konusunda daha zengin bilgiye ihtiyaç duyduğu konusunda hemfikir. ■

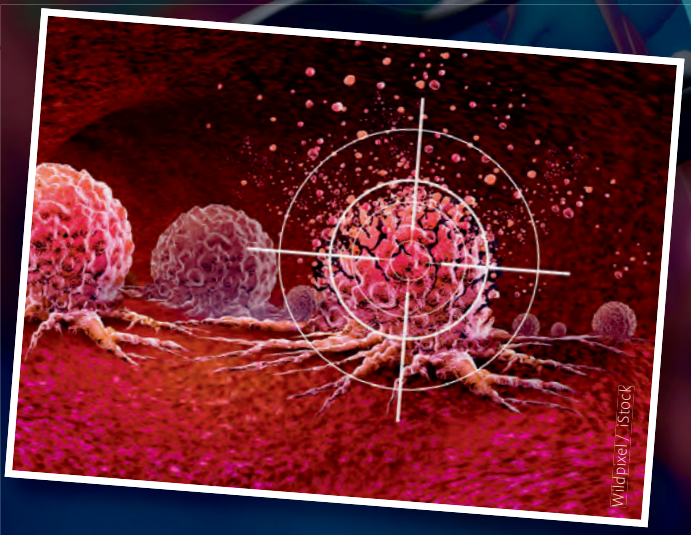
Kaynak

https://doi.org/10.23634/MMU.00636881

Kişiselleştirilmiş Kanser Tedavisinde İşlevsel İlaç Testleriyle "Her Şeyi Dene" Yaklaşımı

İlay Çelik Sezer [*TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*

Kanser, tıp dünyasının tedavisini bulmak için en çok uğraştığı, bilimsel araştırma fonlarında en büyük payların ayrıldığı hastalıklardan biri. Buna rağmen hem ülkemizde hem de tüm dünyada en yaygın ikinci ölüm nedeni konumunda. Üstelik yaygın bir ölüm nedeni olmakla kalmayıp insanların hayat kalitesini ciddi şekilde düşüren bir hastalık. Standart kanser tedavilerinde şimdiye kadar önemli gelişmeler kaydedilmiş olsa da bu tedavilere yanıt alınamaması durumunda hastalar genellikle belirsiz bir gelecekle karşı karşıya kalıyor. Her bir hasta için etkili olabilecek tedaviyi daha isabetli şekilde belirlemeye yönelik, genomun DNA diziliminden elde edilen bilgilere dayalı kişiselleştirilmiş tedavi yaklaşımları da beklendiği kadar etkili olamadı. Son yıllarda giderek daha çok gündeme gelmeye başlayan ve bazı klinik denemelerin destekleyici sonuçlar verdiği, "kişiselleştirilmiş işlevsel ilaç testleri" olarak adlandırılabilecek yeni bir yaklaşım ise kişiselleştirilmiş kanser tedavilerinin başarı oranını artırabilecek gibi görünüyor.

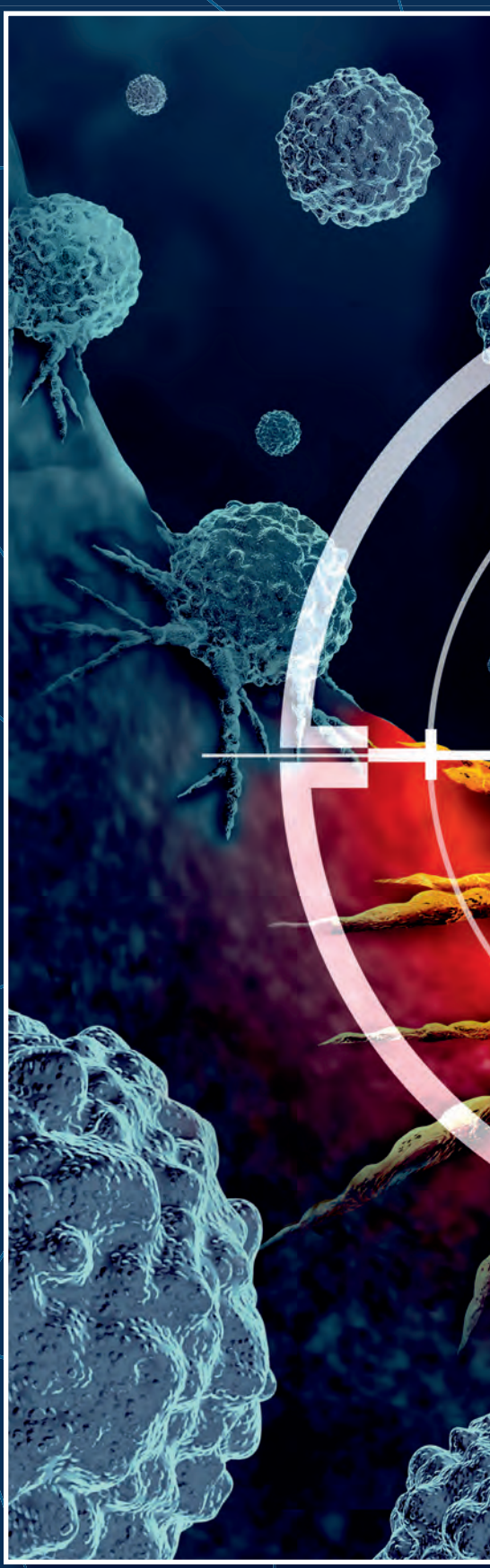


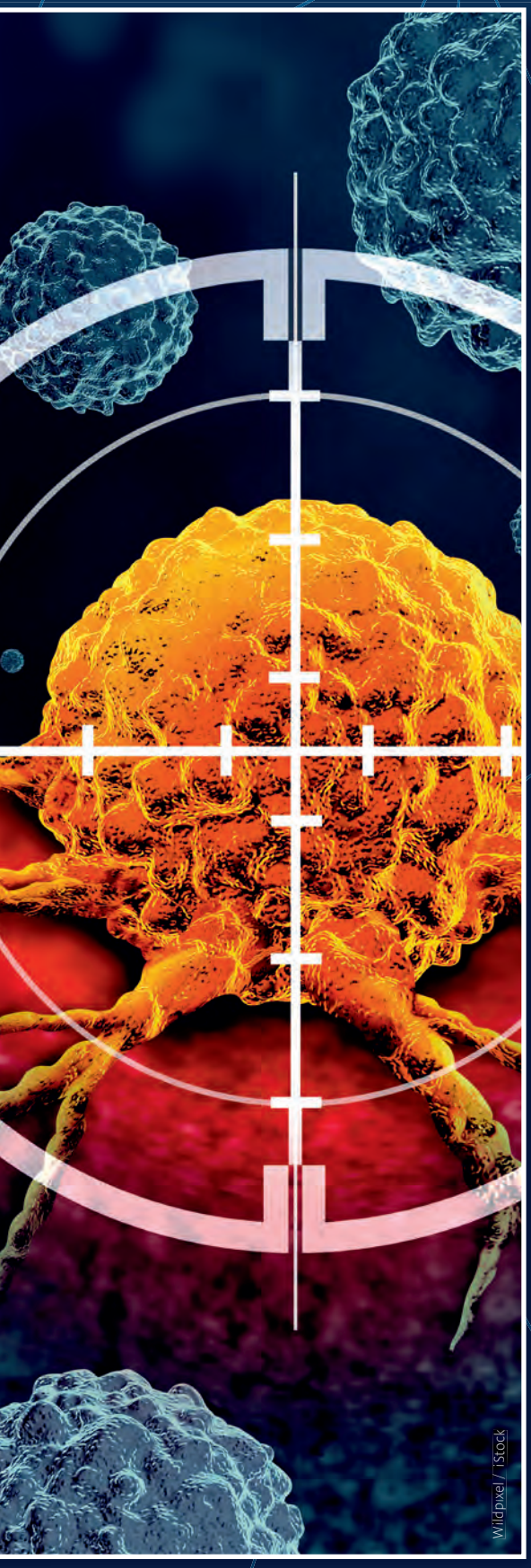
47 Vitanovski / iStock

Kanser kimi zaman tek bir hastalıkmış gibi düşünülse de aslında bazı temel ortak özellikleri olan çok sayıda farklı hastalığın toplu adı. Ayrıca her hastanın kanseri kendine özgü bir genetik ve epigenetik değişiklikler kümesi barındırıyor. Bu da her bir hasta için uygun olan tedavi sürecinin belirlenmesini zorlaştırıyor. Kanser tedavileriyle ilgili temel kısıtlılıklardan biri, öngörü sağlayan geçerli biyolojik belirteçlerin yetersizliği. Bu durum tedavilerin etkililiğini azaltıyor. Onkologlar (kanser uzmanı hekimler) çoğunlukla her bir hastanın tedaviye vereceği yanıtı öngörmekte güçlük çekiyor. Bu da hastaların etkisiz tedaviler alıp gereksiz yere toksik yan etkilere maruz kalması ve kimi zaman yüksek tedavi maliyetleri yüklenmesi anlamına geliyor. Dolayısıyla kişiselleştirilmiş tedavilerin uygulanabilmesi ve kanser hastalarının iyileşmesi veya hayatta kalma sürelerinin artırılabilmesi için öngörü sağlayıcı etkin biyolojik belirteçlere ihtiyaç duyuluyor. Yakın zamana kadar kişiselleştirilmiş kanser tedavileri çoğunlukla genomik belirteçlere (genomda, söz konusu hastalıkla ilişkili olduğu bilien spesifik DNA dizileri) dayalı olarak uygulanıyordu. Bu yaklaşımda, soruna hangi gen mutasyonlarının neden olduğunu belirlemek amacıyla hastadaki kanser dokusunun genomu dizilenerek ilgili olabilecek mutasyonlar inceleniyor. Belirlenen mutasyonlarla ilgili mekanizmaları hedefleyen ilaçlar mevcut ise bu ilaçlar tedavi sürecine dâhil ediliyor. Ancak büyük ölçekli klinik denemeler, genom bilgisine dayalı bu yaklaşımların bazı kanserler için çok etkili olsa da kanser hastalarının en fazla %10 kadarına bir tedavi seçeneği sunabildiğini gösteriyor.

Basit Fikir, Büyük Potansiyel

Kevin Sander isimli bir hastanın lenf kanseri nüksetmişti ve tedavi seçenekleri giderek azalıyordu. Kök hücre nakli ona uzun süre hayatta kalma şansı tanıyabilirdi ancak bu prosedürün uygulanabilmesi için önce tümörünün boyutunun küçültülmesi gerekiyordu. Bu da görünüşe göre gerçekleştirilmesi imkânsız bir hedefti, çünkü art arda uygulanan tedavilerin hiçbiri hastalığı kontrol altına almayı başaramamıştı. Sander, son çare olarak önemli bir klinik denemeye katıldı. Viyana Tıp Üniversitesinde Hematoloji Uzmanı Philipp Staber tarafından yürütülen bu çalışmada yenilikçi bir tedavi yaklaşımı inceleniyor. Söz konusu yaklaşımda, çeşitli kanser ilaçlarının etkinliği, hastalardan alınan kanser hücrelerinden vücut dışında oluşturulan hücre kültürleri üzerinde deneniyor. Araştırmacılar 2022'nin şubat ayında Sander'ın kanser




Wildpixel / iStock

hücrelerinden çoğaltılan hücreler üzerinde 130 farklı kimyasal bileşiği, esasen erişebildikleri tüm kanser ilaçlarını denedi. İlaçlardan biri ümit vaat ediyordu. Bir tür kinaz (çeşitli alıcı moleküllere fosfat grubu eklenmesine aracı olan enzimler) inhibitörü (engelleyici) olan bu ilaç, tiroit kanseri için kullanım onayı almışsa da Sander'daki türden bir lenf kanseri için neredeyse hiç kullanılmamıştı. Doktorların Sander için bu ilacı da dâhil ederek düzenledikleri tedavi işe yaradı ve kanserini gerileterek Sander'ın kök hücre nakli almasına olanak tanıdı. Bu nakilden sonra da Sander'ın kanseri gerilemeye devam etti.

Sander'ın hikâyesi, kişiselleştirilmiş işlevsel ilaç testleri ya da kısaca işlevsel ilaç testleri olarak da adlandırılan yeni kişisel ilaç tarama yaklaşımının faydalı olabileceğini gösteren örneklerden biri. Bu yaklaşım da diğer tüm kişiselleştirilmiş tıp yaklaşımları gibi hastalarla doğru tedavileri eşleştirmeye çalışıyor ancak alanda ana akım hâline gelmiş olan genomik bilgi temelli yöntemlerden ayrılıyor. Kansere yönelik işlevsel ilaç testleri yaklaşımını en basit şekliyle, klinisyenlerin elde olan tüm ilaçları laboratuvarda kanser hücreleri üzerinde deneyip neyin işe yarayacağını bulmaya çalışması olarak tanımlamak yanlış olmaz. Görünüşte çok basit bir fikre, bir çeşit -yan etkisiz- deneme yanılmaya dayansa da bu yeni yaklaşımla şimdiden ümit vaat edici sonuçlar alınmaya başlanmış durumda. Staber ve ekibi yaptıkları pilot çalışmalarda, kan kanserli bir grup katılımcıya işlevsel ilaç testlerine dayalı tedaviler uygulandığında katılımcıların yarıdan fazlasının kanserlerindeki gerileme süresinin (kanser aynı noktaya dönmeden önce semptomların görülmediği ya da hafif seyrettiği süre), standart tedaviler alanlara göre daha uzun olduğunu bulguladı. Ekibin, Sander'ın da katıldığı ve hâlen devam eden çalışması, işlevsel testlere dayalı tedavi yaklaşımının genom bilgisi temelli tedavilerle ve bunun yanında da standart patoloji ve doktor sezgisine dayalı tedavilerle birebir karşılaştırılacağı ilk kapsamlı klinik denemelerden biri olacak.

Boston'daki (ABD) Dana-Farber Kanser Enstitüsünde Hematoloji Uzmanı olan Anthony Letai, bunun çok güçlü bir çalışma olacağı ve muhtemelen işlevsel test yaklaşımının doğruluğunu kanıtlayacağı görüşünde. Letai aynı zamanda 2017'de bu alandaki gelişimi desteklemek amacıyla kurulan İşlevsel Kişiselleştirilmiş Tıp Derneğinin (Society for Functional Precision Medicine) de başkanı.

Aslında şimdiden dünyanın çeşitli yerlerinde hastalara bu tür kişiselleştirilmiş ilaç testi hizmeti veren şirketler bulunuyor. Ancak bu yaklaşımın kabul görmesi için daha kanıtlanması ve doğrulanması gereken çok şey var. Bir dizi ilacı hücreler üzerinde deneme fikri basit görünse de kanser hücrelerini vücut dışında kültüre alma yöntemleri teknik olarak zorlayıcı, zaman alıcı ve maliyetli olabiliyor. Bu zorluklar, katı tümörler için daha da belirgin. Zira bu tümörler vücut içinde karmaşık ortam şartlarında yaşıyor ve bu şartları vücut dışında oluşturmak pek de kolay bir iş değil. Araştırmacılar, tümör örneklerini fare ya da tavuk embriyolarında büyüterek test platformları hazırlamaktan tutun titizlikle geliştirilmiş organoidleri (organları temsil etmeleri amacıyla kültür ortamında oluşturulan üç boyutlu hücre kültürü yapıları) kullanmaya, hatta çeşitli ilaçları hastanın vücudundaki tümöre çok küçük miktarlarda uygulayarak etkinlik testleri yapmaya kadar çok çeşitli yöntemler üzerinde çalışıyor. Maliyeti ve uygulanabilirlik ölçeği hesaba katıldığında hangilerinin işe yarayacağını ve kullanışlı olacağını keşfetmek kolay olmayacak. Ancak Washington Seattle'daki Fred Hutchinson Kanser Merkezinden Chrtistopher Kemp'e göre bu alandaki momentum büyüyor. Kemp, bu yaklaşımın çığır açıcı olduğunu düşünüyor ve hastalardan bu yaklaşıma talep geldiğini belirtiyor.

Zaharia_Bogdan / iStock

İşlevsel ilaç testleri, mantık olarak belirli bir patojene karşı hangi antibiyotiğin etkili olacağını doğrudan o patojen üzerinde deneme yoluyla belirlemeye yarayan antibiyogramlara benzetilebilir.

Yaklaşım Yeni Değil

Aslında kanser ilaçlarını hastalardan alınan kanser hücreleri üzerinde vücut dışında test ederek kişiye uygun tedaviyi belirleme fikri, çok yeni değil. Bu düşünce 1980-2000 aralığındaki bir dönemde oldukça popüler olmuş. Ancak o dönemde *ex vivo* (hücre dışı) kimyasal hassasiyet testi olarak adlandırılan bu yaklaşım üzerinde yapılan araştırmalarda, hastaların tedavisine yönelik bir iyileştirme sağlanabileceğine yönelik bulgular elde edilmemiş. Bu yüzden de alanda etkili birkaç makalede bu yaklaşımın rutin klinik kullanımına yönelik olumsuz görüş sunulmuş. Letai'ye göre bu yaklaşımla ilgili o zamanki denemelerin başarısız olmasının sebeplerinden biri, o denemelerin, günümüzün hedefe yönelik ilaç geliştirme paradigmasından önce var olan çok az sayıdaki ilaç üzerinde yapılmış olması.

Günümüzde ise moleküler biyolojiden hesaplamalı kimyaya, mikroskop teknolojilerinden makine öğrenmesine kadar pek çok alandaki teknolojik gelişmeler sayesinde belirli biyolojik moleküller ya da mekanizmalar spesifik olarak hedeflenerek ilaçlar üretilebiliyor. Bu da kanser dâhil pek çok hastalık için daha fazla ilaç bulunmasını sağlıyor. O dönemde laboratuvarda hücre kültürü oluşturma koşullarının hayli ilkel olması ve dolayısıyla kültürlerde kanser hücrelerinden çok, sağlıklı hücrelerin büyümesi, tek bir hücreyi incelemeye yönelik teknolojilerin gelişmemiş olması gibi etmenler de *ex vivo* kimyasal hassasiyet testlerinin başarısız olmasının nedenleri arasında.

2001 yılında insan genom diziliminin ilk taslağının yayımlanması ve sonrasında genom dizileme tekniklerinin durmadan geliştiği bir dönemin başlaması, hastalar özelinde tümörlerin genom analizlerinin yapılmasını mümkün hâle getirdi. Bu da yeni nesil genom dizileme teknolojilerini kullanarak her bir hastanın tümörünü iyileştirebilecek ilacı belirlemeye yönelik kişiselleştirilmiş tedavi stratejilerini gündeme getirdi. İzlenecek yol oldukça bariz görünüyordu: Hastalardaki tümörlerin genomlarını dizilemek, genetik anormallikleri tespit etmek ve nihayet hastaları ilgili anormallikleri hedefleyen ilaçlarla eşleştirmek.

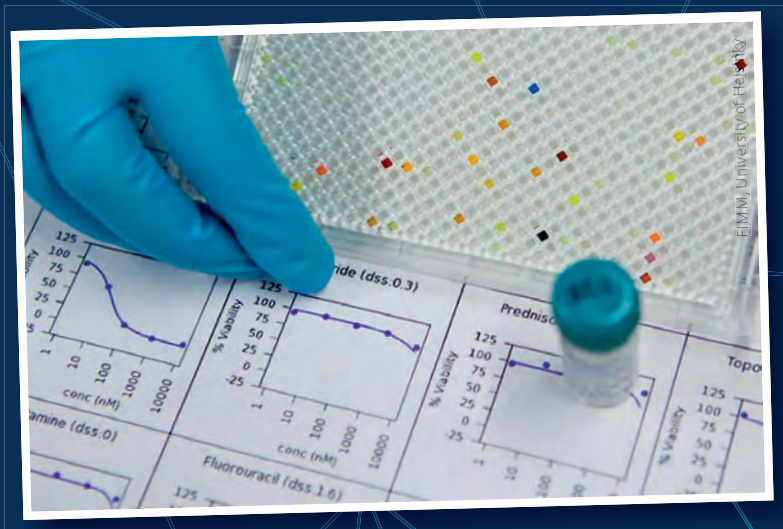
Bu stratejiyle küçük hücreli olmayan akciğer kanserindeki EGFR mutasyonlarının, melanomadaki (cilt kanseri) BRAF mutasyonlarının ve çeşitli tümörlerdeki TRK mutasyonlarının hedeflenmesi gibi gerçekten başarılı sonuçlar alındı. Ne var ki klinik uygulamalarda görülen sonuçlar, bu stratejiyle ilgili beklentilerin düşmesine neden oldu. İlaçlarla hedeflenebilecek mutasyonların azlığının yanı sıra bir dizi potansiyel hedefe yönelik ilaç bulunmaması gibi nedenlerden dolayı genom temelli kişiselleştirilmiş tedaviler çoğu hasta için fayda sağlayamadı. Bu yüzden de alternatif kişiselleştirme yaklaşımlarının arayışına girildi.

Son 20 küsur yılda kanser hastalarından alınan tümör örneklerinin daha iyi incelenebilmesini sağlayan çok sayıda teknolojik gelişme oldu. Örneğin, hastalardan alınan örneklerden laboratuvar ortamında hem iki boyutlu hem üç boyutlu hücre kültürleri oluşturmaya yönelik daha üstün ve çeşitli kültür sistemleri geliştirildi. Yine, bu kültürler üzerinde ilaçların etkisiyle oluşan değişimleri tespit etmeye yönelik daha iyi ve çeşitli testler üretildi. Günümüz teknolojisiyle tek bir hücre ayrıntılı şekilde incelenebiliyor. İlaçlara verilen yanıtlara ilişkin karmaşık verilerle sayısız klinik ve moleküler veriyi eşleştirebilecek gelişkin biyoinformatik becerilerine sahibiz. Ayrıca günümüzde kansere yönelik çok daha fazla ilaç ve etkisi denenebilecek aday kimyasal bileşik bulunuyor. Bu da kişiselleştirilmiş tedaviler için etkili en az bir ilaç bulunabilme şansını artırıyor.

Testler Vücut Dışında, Canlı Hücreler Üzerinde

Kişiselleştirilmiş işlevsel ilaç testleri yaklaşımı, doğal olarak tümörler üzerindeki rutin patolojik ve genomik analizlerden farklı olarak tümör hücrelerinin ve dokularının canlı olarak muhafaza edilmesini gerektiriyor. Çünkü bu yaklaşımda ilaçlar ya da çeşitli etken maddelerin doğrudan canlı kanser hücreleri üzerindeki etkisi test edilmeye çalışılıyor. Örneğin Staber ve ekibi, araştırmalarında kullanacakları canlı kanser dokularını Vivi-Bank adlı bir canlı doku kütüphanesinde saklıyor. Cerrahlar kanserli dokulardan biyopsi örnekleri aldıklarında bunları genellikle standart patoloji analizine göndermek üzere formaldehit içine bırakıyor. Ancak formaldehit hücreleri öldürüyor, bu da onları işlevsel ilaç testleri için kullanılamaz hâle getiriyor. Bu yüzden Staber ve ekibinin canlı hücreler üzerinde işlevsel testler gerçekleştirebilmek için birlikte çalıştıkları cerrahları, biyopsi örneklerini saklama yöntemlerini dokuları canlı tutacak şekilde değiştirmeleri yönünde ikna etmeleri gerekti. Staber'ın laboratuvarına gelen dokular, araştırmacılar tarafından bıçaklar, cımbızlar ve naylon süzgeçler yardımıyla hücrelere ayrılıyor ve 384 kuyucuk içeren özel plakalardaki kuyucuklara paylaştırılıyor. Her bir kuyucukta kemoterapi ilaçları, enzimleri hedefleyen ilaçlar, bağışıklıkla ilgili ayarlamalar yapan ilaçlar gibi farklı ilaç bileşiklerinin kanser hücreleri üzerindeki etkisi deneniyor. Bir gecelik inkübasyonun (laboratuvarda özel şartlarda bekletme) ardından laboratuvarda yapılan testler, kansere yönelik hangi ilaçların etkili hangilerinin etkisiz olduğunu ortaya çıkarıyor. Daha sonra da moleküler tümör kurulu adını verdikleri hekimlerden oluşan bir ekip, bu verilerden yararlanarak her bir hasta için en uygun tedavi kürüne karar veriyor.

Tabii ki vücut dışındaki kanser hücreleri üzerinde ilaçların etkinliğinin hassasiyetle test edilebilmesi, bugün mevcut olan üst düzey yüksek çözünürlüklü görüntüleme ve moleküler analiz teknolojileri sayesinde mümkün olabiliyor.



Çok kuyucuklu laboratuvar plakaları, aynı anda pek çok kanser ilacının kanserli hücreler üzerindeki etkisinin test edilmesinde kullanılabiliyor.

Dünyanın çeşitli yerlerinde bu genel yaklaşımla başarılı sonuçlar elde eden araştırma grupları var. Örneğin Helsinki Üniversitesinde yapılan bir deneme çalışmasında araştırmacılar, lösemi hücreleri üzerinde yapılan kişiselleştirilmiş ilaç testlerinin işe yarar bilgileri, genom dizileme yöntemine göre çok daha hızlı bir şekilde ortaya koyduğunu, bunun yanı sıra da hastalarda etkileyici klinik sonuçlar sağladığını gösterdi. Tedaviye dirençli akut miyeloid lösemi (AML) hastası 29 kişiden 17'si ilaç tarama testlerine dayalı olarak düzenlenen tedavilere yanıt verdi ve kanserleri gerilemeye başladı.

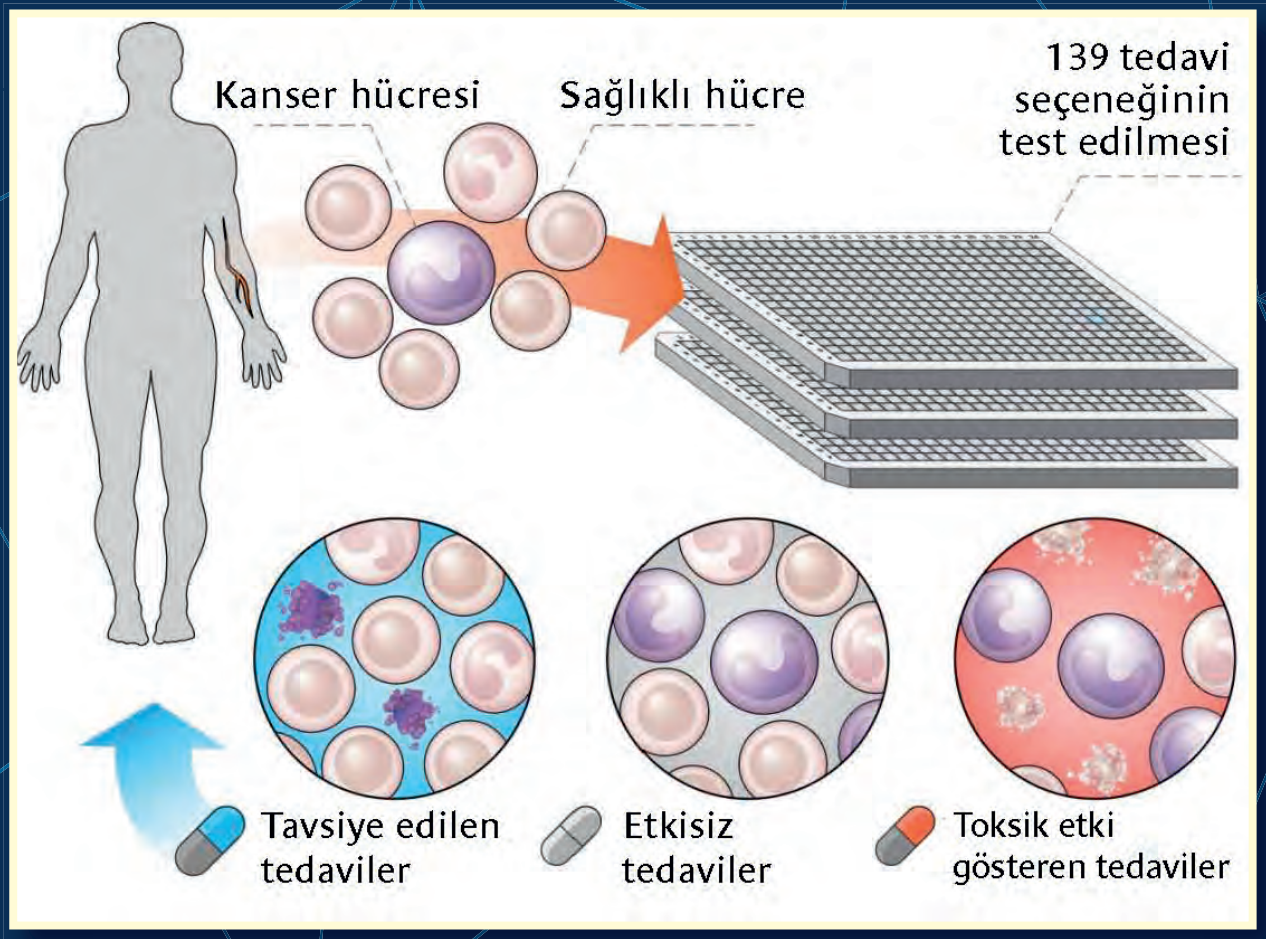
Benzer şekilde, Mississippi Üniversitesi Tıp Merkezinden Radyolog Candace Howard ve ekibi geçtiğimiz yıl yayımlanan bir araştırmalarında agresif beyin tümörlü hastaların, kemoterapi programları işlevsel ilaç tarama testleriyle yönlendirildiğinde kemoterapinin sadece hekim sezgisine göre yönlendirildiği duruma göre daha uzun süre yaşadığını gösterdi. Daha düşük yıllık sağlık maliyetleri de cabasıydı.

Teknolojik gelişmeler ve ilaç yelpazesindeki genişleme, işlevsel ilaç testi yaklaşımını giderek daha uygulanabilir hâle getirmiş olsa da pek çok laboratuvar testi sisteminde olduğu gibi gerekli ekipman pahalı olabiliyor ve kullanımları yetişmiş insan kaynağı gerektirebiliyor. İspanya'daki Barselona Üniversitesinden Joan Montero'ya göre bu, özellikle de kaynakların kısıtlı olduğu yerlerde işlevsel ilaç testlerinin yaygın olarak uygulanabilirliğine gölge düşüren bir sorun. Montero ve ekibi, bu zorluklara yönelik olarak kanser hücreleri üzerinde laboratuvar gereksinimi olmadan sahada testler yapılabilmesini sağlayacak, mikroakışkan temelli, ucuz ve portatif cihazlar geliştirmeye çalışıyor. Ancak geliştirdikleri platformun uygulamaya geçirilmesine daha yıllar var. Ayrıca bunlar, sadece belirli kanserlerin tedavisi için yol gösterici olabilecek. Örneğin kan kanserlerine uygun olarak geliştirilen işlevsel ilaç testi protokolleri, meme, akciğer, karaciğer ve diğer organlarda görülen katı tümörlerde işe yaramayabiliyor.

Katı tümörlerden alınan biyopsiler, genellikle daha az sayıda hücre sağlayabiliyor. Bu yüzden ilaç tarama testleri öncesinde hücrelerin, kültür ortamında çoğaltılması gerekiyor. Ayrıca katı tümörler, çevrelerindeki sağlıklı hücrelerle karmaşık etkileşimlerde bulunuyor, bu da katı tümörleri temsil edecek modellerin daha gelişmiş olmasını gerektiriyor.

Hücre Büyütmenin Zorluğu

İşlevsel ilaç testleri yaklaşımıyla ilgili ilk önemli zorluk, testlerde kullanmaya yetecek miktarda tümör dokusunun kültür ortamında büyütülmesi. Avustralya'daki Sidney Çocuk Hastanesinden Çocuk Nöro-Onkolojisi Uzmanı David Ziegler, Zero Childhood Cancer Program adlı ulusal bir program kapsamında yüksek riskli kanser hastası yaklaşık 1.000 çocuk için kişiselleştirilmiş ilaç taramalarının yapılacağı bir araştırmaya başladı. Ancak Ziegler ve ekibi, pilot çalışmalar sırasında hastalardan alınan örneklerin yaklaşık beşte birinde, laboratuvar koşullarında birkaç gün bekletildikten sonra ya hiç kanser hücresi bulunmadığını ya da sağlıklı hücrelerin kanser hücrelerine sayıca üstün geldiğini gözlemledi. Bunun üzerine



Staber'ın öncül çalışmalarına ait bir yayımda yer alan bu çizim, işlevsel ilaç testlerinin mantığını basitçe anlatıyor. Staber ve ekibinin işlevsel ilaç testleri hücre kültürleri üzerinde yapılıyor. Hastadan kanserli ve sağlıklı hücreler alınıp (gerekiyorsa çoğaltıldıktan sonra) çok sayıda minik kuyucuğu bulunan özel laboratuvar plakalarının kuyucuklarına paylaştırılıyor. Her bir kuyucukta farklı bir ilaç ya da etken madde, hücreler üzerinde test ediliyor. Test sonuçlarına göre sağlıklı hücrelere zarar vermeden kanserli hücreler üzerinde etkili olduğu görülen ilaçlar, düzenlenecek tedaviye dâhil edilebiliyor.

araştırmacılar, üzerlerinde ilaçların etkinliğini test etmeden önce kültürlerde tümör hücrelerinin varlığını, görüntüleme, hücresel analizler ve genomik dizileme gibi yöntemlerle kontrol etmeyi hızlıca öğrendi.

Katı tümörlerden elde edilen hücre kültürleri, prensip olarak kan kanserleri için kullanılan ilaç testlerine tabi tutulabiliyor. Ancak giderek artan sayıda araştırma grubu, üzerlerinde ilaçları test etmek üzere organoidler adı verilen daha işlenmiş yapılar oluşturma çabalarına girişmiş durumda. Hastalardan alınan dokulardan oluşturulan bu üç boyutlu yapılar, tümör örneklerinin özel doku iskeleleri (doku kültürü oluşturulurken hücrelerin büyümesini yönlendiren yapay destek yapıları) içinde birkaç haftalık bir sürede büyütülmesiyle elde ediliyor. Bu organoidlerle bir tümörün karmaşık yapısı taklit edilerek kanserin daha isabetli şekilde temsil edilmesi, dolayısıyla ilaç testlerinde daha doğru sonuçlar sağlanması amaçlanıyor.

University of California - Los Angeles'taki Kanser Biyoloğu Alica Sorgani, bu yaklaşımla tümör hücrelerini, vücutta büyüdükleri ortama olabildiğince yakın bir ortama koymak istediklerini belirtiyor.

Bu süreç, kanserli dokuların ilaçlara karşı hassasiyetine ilişkin verilere ulaşma süresinin haftalarca uzamasına neden olabiliyor. Ancak, Washington'da kişiselleştirilmiş tıp uygulamaları yapan bir şirketin kurucularından

Carla Grandori'ye göre elde edilen sonuçlar, fazladan harcanan çabaya ve zamana değiyor. Grandori ve çalışma arkadaşları klinik doğrulama çalışmalarında organoidlerle yapılan ilaç tarama testlerinin hastalarda %80 dolayında isabetli sonuçlar sağladığını gösterdi. Bu sonuçlar henüz yayımlanmamış olsa da şirketin geçtiğimiz yıl yayımlanmış, tedavisi zor kanserleri olan ve başka hiçbir tedavi seçeneği kalmamışken organoid ilaç testlerine dayalı olarak düzenlenen tedavilerle beklenmedik şekilde iyiye giden hastalara ilişkin vaka raporları bulunuyor.

Washington Üniversitesi Tıp Merkezinde Jinekolojik Onkoloji Uzmanı olan Heidi Gray, bu hastalardan biri olan yumurtalık kanserli bir kadını tedavi etti. Gray, bu hastada aldıkları sonucun en iyiler arasında olduğunu söylüyor. Hastaya uyguladıkları ilaç, genellikle lösemi için kullanılıyor ancak hastanın yumurtalık kanserinin bir yıldan uzun bir süre gerilemesini sağladı. Bu da hastaya, hastalığa yenik düşmeden önce sevdikleriyle birlikte zaman geçirme şansı tanıdı. Gray, uyguladıkları tedavinin hastanın yaşam kalitesini önemli ölçüde artırdığını ve organoid ilaç testi yapılmamış olsaydı bunun mümkün olmayacağını belirtiyor. Dışarıdan bakılınca tam olarak bir başarı gibi görünmese de hastanın sağlıklı şekilde geçirebileceği zamanın uzatılması, tüm kanser tedavilerinde bir başarı sayılıyor.

İşlevsel ilaç testleri yaklaşımının, başka tedavilere yanıt vermeyen hastalarda kanseri geriletmede başarıyla kullanıldığı pek çok örnek var. Ancak bu vakaların da çoğunda hasta bir süre sonra kanserin geri dönmesi sonucu kaybedilmiş. Bunun temel sebebi, mevcut kanser ilaçlarının çoğunlukla kanseri tamamen tedavi eden değil, geçici olarak gerileten/yavaşlatan nitelikte olması. Nihayetinde işlevsel ilaç testleriyle, mevcut ilaçların etkinliği test ediliyor.

En Gerçekçi Modelin Peşinde

İlaçları denemek üzere kanserleri daha da gerçekçi şekilde temsil eden sistemler arayışında olan bazı araştırmacılar, farelere canlı tümör örneklerini nakletmeyi denedi. Hastalardan laboratuvar hayvanlarına nakledilen bu tür hastalıklı dokular bir çeşit ksenograft (bir canlı türünden farklı bir canlı türüne nakledilen doku ya da organ) sayılıyor. Ksenograftlar da yine kişiselleştirilmiş hastalık modelleri olarak kullanılıyor. Bu tür model sistemlerinin, bir ara kanser tedavisinde önemli bir dönüm noktası olduğunu savunanlar oldu. Ancak kısa süre içinde bunların pek de etkin sistemler olmadığı anlaşıldı. Çoğu tümör farelerin vücudunda büyümüyordu, ksenograftlar üzerinde yapılan ilaç testleri, çok uzun zaman alıyordu ve bu yöntemin maliyeti hayli yüksekti. Hâlâ araştırma amaçlı olarak ksenograftları kullanan ilaç şirketleri ve bunların tedavide işe yarayabildiği belirli durumlar olduğunu düşünen onkologlar varsa da işlevsel ilaç testleri için farelerin kullanımı, büyük ölçüde terk edildi. Bazı araştırmacılar ise başka canlı sistemlere yönelmeyi seçti. Bunlardan biri, Toronto'daki Sunnybrook Hastanesinde Kanser Biyoloğu olan Hon Leong. Leong ve ekibi gelişmekte olan tavuk embriyoları üzerinde büyüttükleri tümör biyopsi örnekleri üzerinde ilaç tarama testleri yaptıkları bir sistem geliştirdi. Leong, bu yaklaşımın hem hızlı hem de ucuz olduğunu, farelerdeki gibi aylar değil de haftalar ölçeğindeki kısa süreler

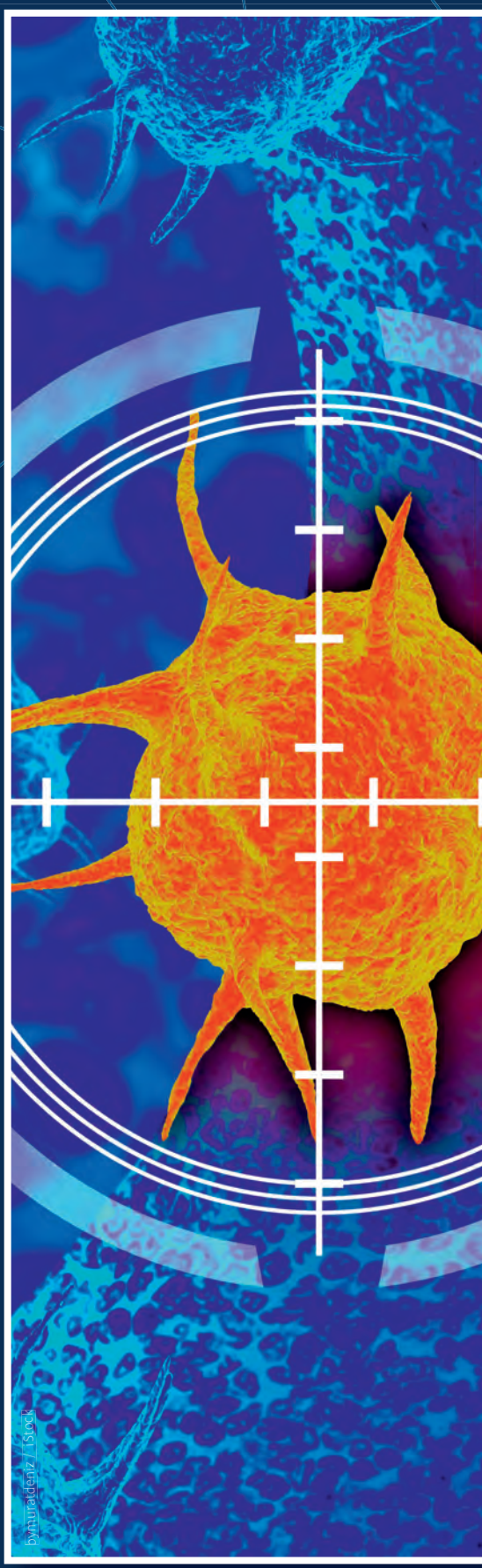
içinde farklı ilaç seçeneklerinin değerlendirilmesine olanak tanıdığını belirtiyor.

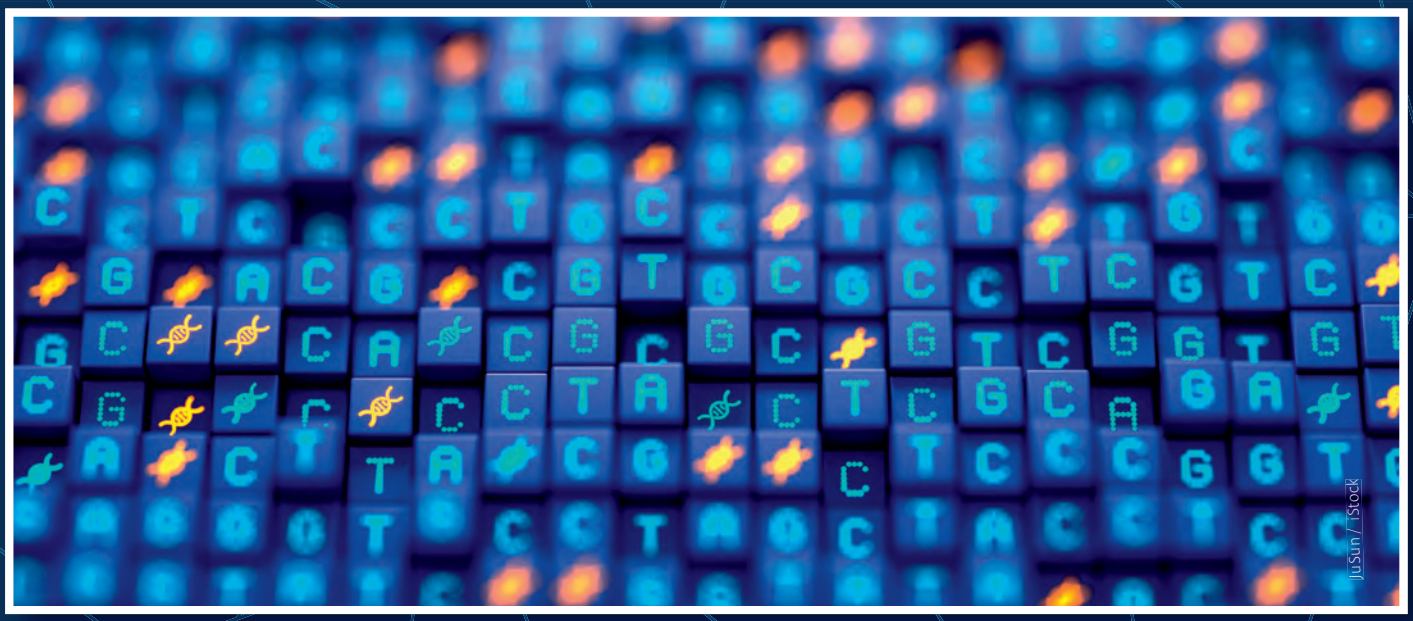
Leong ve ekibi, vücudun başka bölgelerine de yayılmış olan ileri aşama meme ve böbrek kanserlerine odaklandıkları, hâlen sürmekte olan klinik denemelerde tavuk embriyosu sistemini kullanarak bağışıklık tedavilerinden hangi hastaların faydalanabileceğini belirlemeyi başardı. Leong, bağışıklık tedavilerinin günümüzdeki en etkili kanser tedavileri arasında olduğunu, tavuk embriyosu sistemi dışında da bu tedavilerin etkinliğinin isabetli olarak değerlendirilebildiği çok az test platformu bulunduğunu belirtiyor.

Birleşik Krallık'taki Glasgow Üniversitesinden Gelişim Biyoloğu Ross Cagan ve ekibi de başka bir yaklaşımla, genomik dizileme ve genetik mühendisliğinden yararlanarak bir hastanın tümörünün kendine has özelliklerini, genetik değişikliklere uğrattıkları sirke sineklerinde oluşturmaya çalışıyor. Araştırmacılar, bunun için sineklerin genomuna kanseri destekleyici genlerin mutasyona uğratılmış versiyonlarını ya da kanser baskılayıcı genleri kısıtlayan genetik diziler aktararak toplamda 5 ila 16 genetik değişiklik oluşturuyor. Daha sonra sineklere besin yoluyla çeşitli ilaçlar verilmesi, gerek tümörler üzerinde doğrudan etki göstermek gerekse hayvanın biyolojisinde kanserin ilerlemesini sekteye uğratacak dolaylı etkiler göstermek suretiyle kanser gelişimini baskılayabilecek tedavi seçeneklerinin belirlenmesine yardımcı oluyor.

Cagan ve ekibi tam da bu yaklaşımla, nadir bir tükürük bezi kanserine sahip bir hastaya uygulandığında kanserin ilerlemesini bir yıllığına durduran üç ilaçlı bir karışım belirledi. Karışımı, biri lenfoma (lenf kanseri), biri yüksek tansiyon, diğeri de artrit (eklem yangısı) tedavisinde kullanılan ilaçlar oluşturuyordu. Başka bir vakada ise araştırma ekibi agresif türde kolon kanseri olan bir hastaya, sirke sinekleri üzerinde yapılan ilaç testleri ışığında bir melanoma ilacı ile birlikte kemik güçlendirici bir madde vererek hastanın tümöründe kayda değer bir küçülme sağlamayı ve yaklaşık bir yıl süren klinik yanıt almayı başardı. Londra'daki bir biyoteknoloji şirketi de bu yöntemle hastalara ilaç tarama hizmeti veriyor.

Tabii ki kanseri temsil etmesi için geliştirilen her modelin çeşitli biyolojik kısıtlılıkları oluyor. Bu yüzden bazı araştırmacılar da hücre temelli ya da hayvanlarda oluşturulan modellerden tamamen uzak durarak ilaçları doğrudan hastaların vücudundaki tümörler üzerinde denemelerini sağlamak üzere tümöre yerleştirilebilen cihazlar geliştirme yoluna gitmiş.





İşlevsel ilaç testleri, pek çok araştırmada genom bilgisine dayalı olarak uygulanan kişiselleştirilmiş tedavilere daha etkili bir alternatif olarak inceleniyor. Öte yandan araştırmaların bir kısmında da işlevsel ilaç testlerinin sonuçları, genomik verilerle birlikte yapay zekâ programları aracılığıyla değerlendirilerek tedaviler için yol gösterici olabilecek daha fazla genomik belirtecin ortaya çıkarılmasına çalışılıyor. Bu yaklaşım, örneğin nadir görülen ya da nüfusun küçük bölümlerinde görülen kanser mutasyonlarının da mevcut tedavi seçenekleri ile eşleştirilmesini sağlayabilir.

Brigham and Women's Hospital'dan Biyomühendis Oliver Jonas ve ekibi, geçtiğimiz yıl akciğer ve beyin kanserli hastalarda bu stratejinin uygulanabilirliğini gösteren bir çalışma yaptı. Yapılan küçük çaplı denemeler kapsamında cerrahlar, her biri en fazla 12 ilacın nano ölçekteki dozlarıyla yüklü, ilaç salan, pirinç tanesi kadar minik cihazları, tümörlerin vücuttan alındığı ameliyatlar sırasında tümör içine yerleştirdi. Ameliyat süresi boyunca ilaçların ayrı haznelerden, cihazı çevreleyen dokulara akması sağlandı. Ameliyat sonunda tümörlü dokular, içlerindeki cihazlarla birlikte hastanın vücudundan çıkarıldı ve ilaçların etkinliğine ilişkin moleküler belirteçler açısından incelemeye alındı. Bu yolla elde edilen veriler, henüz tedavi düzenlemek amacıyla kullanılmamış olsa da veriler üzerindeki analizler, bu yaklaşımın potansiyel olarak faydalı olabileceğine işaret ediyor. ABD'deki iki farklı şirket, şimdilerde bu tür vücut içi ilaç testi platformları geliştirmeye çalışıyor.

Testlere ve Tedavilere Erişebilirlik Sorunu

Tabii ki işlevsel ilaç testlerine dayalı olarak belirlenen tedavi seçenekleri, hastaların ilaçlara erişebilirliğiyle kısıtlı. Örneğin hastalar testlerin işaret ettiği ilaçların maliyetini karşılayamayabilir. Yine, her bir ülkede geçerli olan sağlık güvencesi uygulamalarına göre kimi ilaçlar sağlık güvencelerinin kapsamı dışında kalabilir. Üstelik belirli bir ilaç sağlık güvencesi kapsamına girse bile karşılaşılabilecek bir sorun da var. İşlevsel ilaç testleri kimi zaman, belirli bir kanser için onaylanmış ve kullanılagelmiş bir ilacın farklı bir kanser türü için kişi bazlı olarak faydalı olabileceğine işaret edebiliyor. Böyle durumlarda ilaç, sağlık güvencesi kapsamına girdiği halde söz konusu kanser türü için karşılanması onaylanmayabilir.

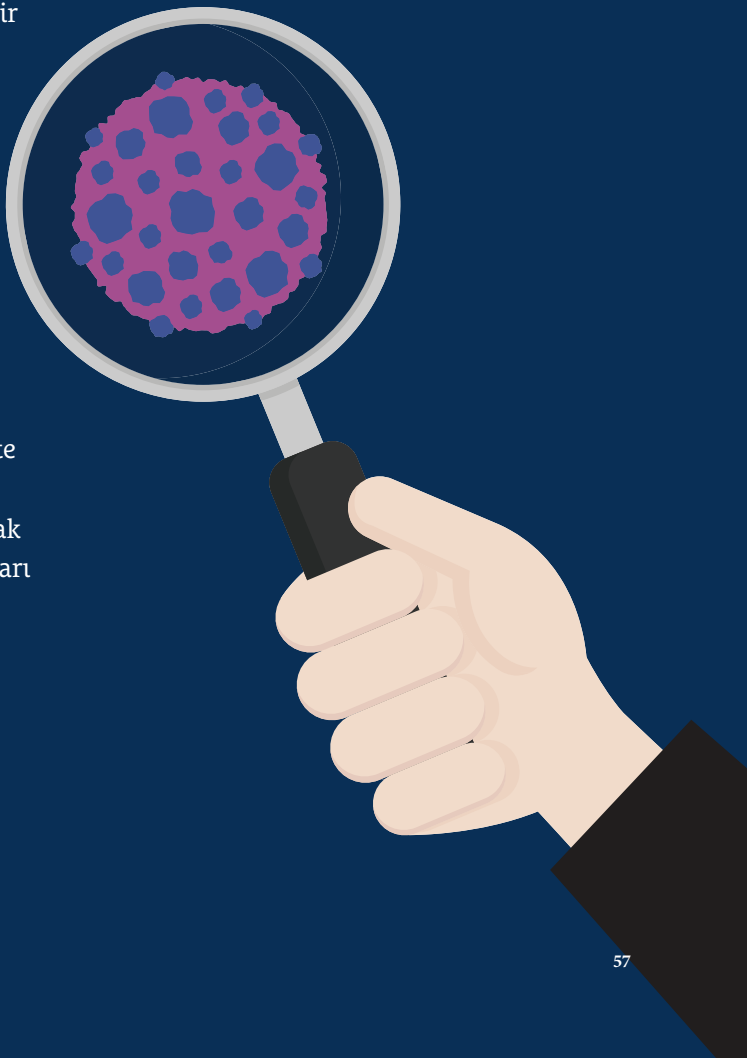
İşlevsel ilaç testlerinin tedavilerde kullanımıyla ilgili bir başka sorun ise testlerin işaret ettiği ilaçların değil de testlerin kendi maliyetlerinin sağlık güvencelerinin kapsamı dışında kalması.

Örneğin ABD'de 1996'da yürürlüğe giren bir yasaya göre işlevsel ilaç testleri "deneysel yöntemler" olarak kabul ediliyor ve bu da bu

testleri federal hükümetlerin ileri yaşlardaki vatandaşlara yönelik sağlık güvencesinin dışında bırakıyor. Bu durumun değişmesi için bu 30 yıllık yasada değişiklik yapılması gerekiyor. Bu konudaki yasalarla ve yerleşmiş uygulamalarla ilgili bu tür engellerin aşılabilmesi elbette ikna edici klinik bulgular elde edilebilmesine bağlı. Ancak söz konusu engeller de bir yandan bu bulgulara erişilmesini zorlaştırıyor. Letai, bunun bir çeşit kısır döngü olduğunu düşünmekle birlikte bu döngünün önümüzdeki yıllarda kırılacağına inanıyor. İşlevsel ilaç testi stratejilerinin hızla benimseneceğini, çünkü bu stratejilerin gücünün ve onlara duyulan ihtiyacın muazzam olduğunu düşünüyor.

Gözler Staber'ın Klinik Denemesinde

İşlevsel ilaç testi stratejilerinin kanser alanı dışında da işe yaraması muhtemel. Örneğin, kistik fibrozis araştırmalarında hastaların makat ya da bağırsak dokularından oluşturulan organoid modelleri doktorlara, hastalığına nadir görülen mutasyonların neden olduğu ve dolayısıyla onaylanmış kistik fibrozis tedavilerinin fayda etmediği hastalar için etkili tedaviler düzenlemelerinde yardımcı oluyor. Hollanda'daki University Medical Center Utrecht'ten Sistik Fibrozis Araştırmacısı ve işlevsel ilaç testlerinin kistik fibrozise uygulama çalışmalarının öncüsü olan Jeffrey Beekman, bu yaklaşımın genel olarak çok akla yatkın olduğunu düşünüyor. Bu görüşü paylaşan çok sayıda kanser araştırmacısı, işlevsel ilaç testleri yaklaşımının geçerliliğini daha genel tıp camiasına da kabul ettirecek kanıtları dört gözle bekliyor. Bu yüzden de Staber'ın yürüttüğü klinik denemenin sonuçları, heyecanla bekleniyor. Araştırmacılara göre bu denemenin sonuçları, doktorların genomik yaklaşımın kişiselleştirilmiş tedaviler için tek yol olmadığı konusunda ikna edilmesinde önemli bir rol oynayacak. İşlevsel ilaç testleri, kanser başta olmak üzere çeşitli hastalıklara yönelik kişiselleştirilmiş tedavi stratejilerinde bir paradigma değişimi oluşturacak gibi görünüyor. Elbette bunu zaman ve bu zaman içinde yapılacak araştırmaların sonuçları gösterecek. ■



Kaynaklar

https://cemm.at/news/n/first-worldwide-personalized-medicine-study-using-a-functional-test-demonstrates-clinical-feasibility-and-efficacy-of-individualized-therapy-in-leukemia-and-lymphoma-patients

https://www.nature.com/articles/d41586-024-00392-2

Wensink G.E. ve ark., "Patient-derived organoids as a predictive biomarker for treatment response in cancer patients", *Precision Oncology*, (2021)5:30, doi. org/10.1038/s41698-021-00168-1

Letai A., "Functional Precision Medicine: Putting Drugs on Patient Cancer Cells and Seeing What Happens", *Cancer Discovery*, 2022;12:290-2, doi.org/10.1158/2159-8290.CD-21-1498

https://theconversation.com/personalized-cancer-treatments-based-on-testing-drugs-quickly-leads-to-faster-treatment-better-outcomes-221469

Mesut Erol [*merak.ettikleriniz@tubitak.gov.tr*

Uyduların da Uydusu Olabilir mi ?

Gök mekaniğine göre küçük kütleli gök cisimleri, büyük kütleli cisimlerin çevresindeki yörüngelerde dolanır. Daha büyük kütleli olanlar ise daha da büyük kütleli olanların çevresinde dolanır. Örneğin doğal uydumuz Ay, Dünya'nın çevresinde; Dünya, Güneş'in çevresinde; Güneş de gök adamızın merkezinin çevresinde dolanır. Bu mantığı ters yönde kurmak da mümkündür. Yani uydular da alt uydulara sahip olabilir. Ancak bu, oldukça düşük bir olasılıktır.

Alt uyduların bulunma olasılığını düşüren temel etken, yakın çevrede güçlü kütle çekim kuvveti uygulayan büyük gök cisimlerinin varlığıdır. Çünkü uydunun yakınında en azından bir gezegen, onun da yakınlarında bir yıldız bulunur. Bu sistemdeki karmaşık kütle çekimi etkileşimi nedeniyle bir uydunun kendi alt uydusuna sahip olmasının en olası yolu, asteroit gibi küçük bir gök cismini yakalayarak yörüngeye oturtmasıdır. Elbette bunun için asteroidin uygun açı ve hızla uyduya yaklaşması gerekir.

Ancak bir alt uydu yakalansa dahi yakındaki gezegen ya da yıldız, onun yörüngesini kararsız hâle getirebilir. Bunun sonucunda alt uydunun yörüngesi; büyük uyduyla, gezegenle ya da yıldızla çarpışacak biçimde sapabilir. Alt uydunun yörüngeden fırlayarak uzaya savrulması da olası sonuçlardan biridir. Güneş sistemimizdeki uyduların çevresinde alt uyduların bulunmayışı, kütle çekimi etkileşimlerinin kararlı yörüngelere izin vermemesiyle açıklanabilir.

Öte yandan bir uydu ile gezegeni arasında yeterli uzaklık bulunması durumunda alt uyduya sahip olma koşullarının sağlanması, mümkün olabilir. Uydunun kütlesinin yeterince büyük; alt uydunun kütlesinin yeterince küçük olması da bu olasılığı güçlendirebilir. Çünkü büyük kütleli uydular, gezegenlerinden yeterli uzaklıkta bulunduğunda kendi çevrelerinde dolanabilecek cisimler için baskınlık kurabilecekleri bir kütle çekim ortamı oluşturabilir. Alt uydunun yeterince küçük kütleye sahip olması da kütle çekimsel anlamda büyük oranda uydunun etkisinde bulunmasını sağlayabilir. Hâlihazırda uydumuz Ay'ın çevresinde dolanan yapay uydularımızın görece kararlı yörüngelere sahip olması, benzer bir kütle ve uzaklık ilişkisiyle açıklanabilir.

Jüpiter'in uydusu Callisto'nun, Satürn'ün uyduları Iapetus ile Titan'ın ve gezegenimizin uydusu Ay'ın kendi alt uydularına sahip olabilmesi için gerekli kuramsal koşulları sağladığı düşünülüyor. Bu uydular geçmişte geçici bir süreliğine bile olsa çevrelerinde alt uydular bulundurmuş olabilir. Güneş sistemi dışındaki olası alt uyduların gözlemlenebilmesi için çok daha kapsamlı gözlem araçlarının üretilmesi gerektiği düşünülüyor. ■

Kaynaklar

astronomy.com/observing/can-a-moon-have-its-own-moon
newscientist.com/article/2182158-moons-can-have-moons-and-they-are-called-moonmoons

Choreograph / iStock

Çocuklar Neden Yetişkinler Kadar Kolay Üşümez?

Soğuk bir ortamdaki çocuklarını kalın kıyafetler giyme konusunda ikna etmeye çalışmak, ebeveynler için oldukça zaman alıcı bir uğraş. Ancak soğukla başa çıkabilmeyi sağlayan özel bir dokunun çocuk ve gençlerin vücudunda yetişkinlere kıyasla daha fazla bulunması, bizi bu ikna çabasının ne kadar gerekli olduğu konusunda düşünmeye itebilir.

Vücudumuzdaki yağ dokuları, temel olarak beyaz ve kahverengi olmak üzere iki ayrı başlıkta incelenir. Hem beyaz hem de kahverengi yağa ait özelliklere sahip ve bu iki yağ doku türünün ara formu olarak değerlendirilen bej yağ doku adında üçüncü bir yağ doku türü de vücudumuzda bulunabilir.

Beyaz yağ doku, tüm vücutta bulunur. Bu dokuyu oluşturan hücreler, sitoplazmalarında büyük yağ damlacıkları bulundurduğu için enerji depolanmasında da görev alırlar.

Daha küçük hücrelerden oluşan kahverengi yağ dokuda enerji üretmekten sorumlu mitokondri organelinden çok sayıda bulunur. Dokuya adını veren rengin nedeni de bu mitokondri bolluğudur. Bu organelin bolca bulunması sayesinde kahverengi yağ doku, yüksek oranda ısı enerjisi üretme kapasitesine sahiptir. Beyaz dokunun aksine kahverengi yağ doku, taktiksel olarak bazı avantajlı bölgelerde yoğun biçimde bulunarak vücudun düşen sıcaklıkla mücadele etmesine yardımcı olur. Örneğin, boyun ve omuz çevresinden geçen geniş damarların yakınında önemli miktarda kahverengi yağ doku yer alır. Dokunun ürettiği yüksek ısı enerjisi, damarlardan geçen kanı ısıtarak bu sıvının vücudu dolaşırken uğradığı yerlerde de sıcaklığın yükseltilmesine olanak sağlar.

Kahverengi dokunun, sıcaklığı yükseltmede yeterli olmadığı durumlarda vücut, yedek planı olan titremeyi devreye sokar. Ancak titreme olayı, yeterli miktarda kas kütlesi ile beyin ve kaslar arasında etkili bir koordinasyon becerisini gerektirir. Bebekler, bu iki konuda yeterince gelişmeleri zaman alacağı için yaşamlarının ilk döneminde alternatif bir yönteme ihtiyaç duyar. Bolca kahverengi yağ dokuyla dünyaya gelmek, bu yöntemlerin öne çıkanlarından biridir. Bir bebeğin vücut kütlesinin yaklaşık %2 ila %5'i kahverengi yağ dokudan oluşur. Bebeklik, çocukluk ve ergenlik çağlarında vücudu doğrudan ısıtabilmek için yeterli miktarda bulunan kahverengi yağ doku, yaş aldıkça azalma eğilimindedir. Bu durum, yetişkinlerin çocuklardan neden daha kolay üşüdüğü konusunda bize önemli bir ipucu verir. İlerleyen yaşlarda kas kütlesindeki azalma da soğuk havalarda daha hızlı biçimde üşümeye başlamanın nedenlerinden biridir.

Yapılan araştırmalar, kış aylarında açık havada uzun süre bulunmanın ve serin bir odada uyumanın kahverengi yağ doku oranını korumaya yardımcı olabileceğini gösteriyor. ■

Kaynaklar
livescience.com/49652-what-is-brown-fat-facts.html
nytimes.com/2021/02/03/parenting/kids-babies-cold.html
webmd.com/diet/brown-fat-what-you-need-to-know

Kozmik Artalan Işımasında Karanlık Fotonlara Dair Bir İz Bulunamadı

Dr. Mahir E. Ocak | *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*

Bir grup fizikçi, kozmik artalan ışımasıyla ilgili verilerde karanlık fotonların izlerini aradı. Ancak karanlık madde arasındaki etkileşimlere aracılık ettiği düşünülen bu farazi parçacıkların var olduğuna dair herhangi bir bulguya ulaşılamadı. Elde edilen sonuçlar, karanlık fotonların var olmadığına dair kesin kanıt sunmasa da karanlık fotonların kütlesinin belirli bir aralığın içinde olamayacağını gösteriyor.

Bilimsel çalışmalar, evrenin ışıkla (elektromanyetik kuvvet aracılığıyla) etkileşmediği için doğrudan görülemeyen bir tür karanlık madde ile dolu olduğuna işaret ediyor. Toplam madde miktarının yaklaşık %85'ini oluşturan karanlık madde, kütle çekimi aracılığıyla sıradan madde ile etkileşiyor ve gök adaların oluşumunda rol oynuyor.

Bugün için karanlık maddenin doğasının ne olduğu bilinmiyor. Yaygın kanı, karanlık maddenin bugüne kadar keşfedilememiş tek tür bir parçacıktan oluştuğu. Örneğin bugüne kadar öne sürülmüş hipotezlerden biri, karanlık maddeyi kısaca WIMP olarak adlandırılan, sadece kütle çekimi ve zayıf kuvvet aracılığıyla etkileşen parçacıkların oluşturduğunu iddia ediyor. Bir başka hipotez ise ''axion'' olarak adlandırılan WIMP'lere kıyasla çok daha hafif parçacıkların var olduğunu öne sürüyor.

Karanlık madde, bugüne kadar keşfedilememiş, birden fazla türde parçacıktan da oluşuyor olabilir. Hatta bu parçacıkların kendi aralarındaki etkileşimlere aracılık eden bugün bilmediğimiz kuvvetler de olabilir. Örneğin, karanlık madde parçacıkları arasında sıradan madde parçacıkları arasındaki elektromanyetik etkileşime benzer bir etkileşim olabilir. Eğer gerçekten de böyle bir kuvvet varsa fotonların elektromanyetik etkileşime aracılık etmesine benzer biçimde karanlık madde arasındaki elektromanyetik etkileşime aracılık eden bir "karanlık foton" da olmalıdır. Hatta nadiren de olsa bu farazi kuvvet parçacıkları ile sıradan fotonlar, birbirine dönüşebilir. Böyle bir durumda deneyler ve gözlemler yoluyla karanlık fotonları tespit etmek ve dolaylı olarak karanlık madde parçacıkları hakkında bilgi edinmek mümkün olabilir.

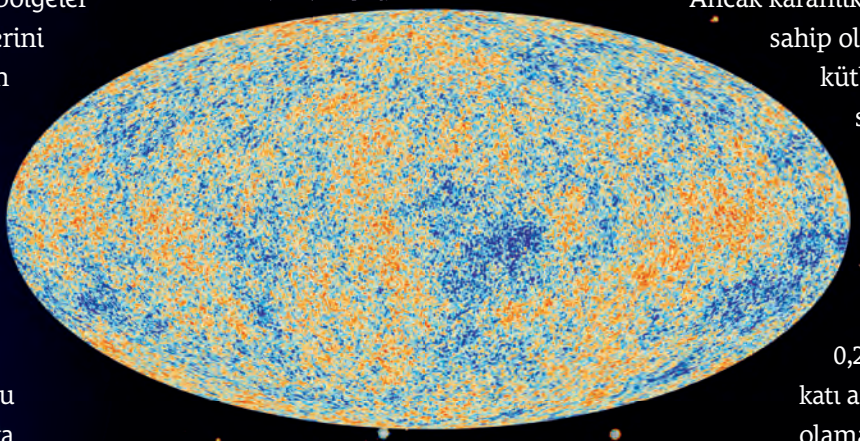
Geçmişte karanlık fotonları tespit etmek amacıyla laboratuvar ortamında çeşitli deneysel çalışmalar yapılmış ancak olumlu sonuç alınamamıştı. Cambridge Üniversitesinden bir grup araştırmacı ise karanlık fotonların izlerini aramak için gözlemsel verilere yöneldi. Fiona McCarthy ve arkadaşları, kozmik artalan ışıması ile ilgili verileri analiz ederek sıradan fotonların karanlık fotonlara dönüşümüne dair bulgulara ulaşmaya çalıştı.

Kozmik artalan ışıması, Büyük Patlama'dan arda kalmış ışıktır. Tüm evreni neredeyse homojen bir biçimde dolduran bu ışıma, ışık tayfının mikrodalga bölgesinde yer alır. Kozmik artalan ışımasındaki fotonlar da karanlık fotonlara dönüşebilir. Bu dönüşüm sürecinin gerçekleşme olasılığının en yüksek olduğu bölgeler ise gök ada kümelerini çevreleyen elektron plazmaları. Şayet bu bölgelerde fotonlar karanlık fotonlara dönüşüyorsa galaksi kümelerinin olduğu yönlerden Dünya'ya gelen kozmik artalan fotonlarının miktarında bir azalma gözlemlenmelidir. Ancak belirli bir yönden gelen foton miktarının az olmasının tek nedeni karanlık fotonlar olmayabilir.

Kozmik artalan ışıması, tamamen homojen değildir. İlk olarak, Büyük Patlama'nın sonrasındaki kuantum salınımlarının izlerini taşır. Sıcaklık dağılımında yüz binde bir gibi küçük bir oranla da olsa salınımlar görülür. Ayrıca kozmik artalan ışımasındaki fotonlar, elektronlardan saçılarak enerji kazanabilir ya da kaybedebilir. Bunun yanında uzak gök adalardaki ivmelenen elektrik yükleri de mikrodalgalar yayabilir. Dolayısıyla belirli bir yönden gelen kozmik artalan ışımasındaki foton miktarının düşük olmasının tek sebebi, fotonların karanlık fotonlara dönüşmesi olmayabilir. Yine tüm bu fiziksel süreçler, kozmik artalan ışımasının tayfında farklı izler bırakır.

Cambridge araştırmacıları, çalışmalarında 2009-2013 döneminde görev yapan Avrupa Uzay Ajansı'na ait Planck uzay aracının çıkardığı kozmik artalan haritasını ve 2010 yılından bu yılın başına kadar görev yapan NASA'ya ait WISE uydusu tarafından oluşturulan, içerisinde yarım milyondan fazla görüntünün yer aldığı gök ada kataloğunu kullandı. Sonuçta karanlık fotonların varlığına dair herhangi bir bulguya ulaşamadı. Elde edilen sonuçlar, karanlık fotonların var olmadığını kanıtlamıyor. Ancak karanlık fotonların sahip olabileceği kütle değerlerini sınırlandırıyor. Analizler eğer varsa karanlık fotonların kütlesinin elektronunkinin $0{,}2\text{-}2{,}0\times10^{-18}$ katı aralığında olamayacağını gösteriyor.

European Space Agency,The Planck Collaboration / SPL



Planck uydusunun topladığı veriler kullanılarak hazırlanmış, kozmik artalan ışımasının sıcaklık haritası. Daha soğuk bölgeler maviyle daha sıcak bölgelerse kırmızıyla gösteriliyor.

Analizlerin sadece belirli bir kütle aralığıyla ilgili bilgi vermesi, çalışmaya konu olan gök adaları çevreleyen elektron plazmasının yoğunluklarıyla ilgili. Dolayısıyla, gelecekte yapılacak benzer çalışmalarla farklı kütle aralıklarında karanlık fotonların izlerini aramak da mümkün. ■

Kaynaklar

McCharty, F., ve ark., "Dark Photon Limits from Patchy Dark Screening of the Cosmic Microwave Background, *Physical Review Letters*, c. 133, s. 141003, 2024.

Cho, A., "No sign of ghostly dark photons in afterglow of Big Bang", *Science*, https://www.science.org/content/article/no-sign-ghostly-dark-photons-afterglow-big-bang, 2024.

Mark Garlick / SPL

Yapay Zekâ Kokunun Biyolojisini Çözebilir mi?

Dr. Özlem Ak [*TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*

Sinirbilimdeki temel sorunlardan biri, bir uyarıcının fiziksel özelliklerini, algısal özelliklerle eşleştirmektir. Örneğin görmede dalga boyu, renkle eşleşir; işitmede frekans, sesin perdesiyle eşleşir. Buna karşın kimyasal yapılarla koku alma algısı arasındaki ilişki, tam olarak anlaşılamamıştır. Kokuyu anlamakla ilgili sorunlardan biri, bir molekülün kimyasal yapısının molekülün kokusu hakkında neredeyse hiçbir bilgi vermemesi. Çok benzer yapılara sahip iki kimyasal madde, birbirinden çok farklı kokabilir ve birbirinden çok farklı iki kimyasal yapı, neredeyse aynı kokuyu üretebilir. Çoğu koku da onlarca veya yüzlerce aroma molekülünün karışımı olduğundan kimya ve koku alma arasındaki ilişkiyi anlamayı zorlaştırır. Bir başka sorun da kokuların birbirleriyle nasıl ilişkili olduğunu bulmak.

İnsanlar ve hayvanlar, koku moleküllerinin muazzam çeşitliliğine uygun olarak beyinlerinde oldukça karmaşık bir kod çözme sistemi geliştirmiş. Koku da tüm duyusal bilgiler gibi reseptörler tarafından işleniyor. Işık için insan gözünde iki tür reseptör hücre bulunurken koku için burunda 400 reseptör var. Bu reseptörlerden gelen sinyallerin belirli bir algıyı tetiklemek için nasıl bir araya geldiği ise henüz açıklığa kavuşmadı. Ayrıca, bugüne kadar koku reseptör proteinleriyle çalışmak zor olduğu için reseptörlerin neye benzedikleri ve bilgiyi nasıl işledikleri çoğunlukla tahmin edilmiş. Monell Kimyasal Duyular Merkezinden Sinirbilimci Joel Mainland, koku hakkında tahminde bulunmanın gerçekten hayli zor olduğunu söylüyor. Ancak yapısal biyoloji, veri analitiği ve yapay zekâ alanlarındaki gelişmeler sayesinde işler değişmeye başlıyor. Birçok bilim insanı, koku alma kodunu çözmenin, hayvanların bu temel duyuyu yiyecek veya eş bulmak için nasıl kullandıklarını, ayrıca kokunun hafıza, duygu, stres ve iştahla olan ilişkisini anlamalarına yardımcı olacağını umuyor. Diğer bilim insanları ise kokuları temel alarak hastalık teşhisi koyan cihazlar, daha etkili ve daha güvenli böcek kovucular ve koku pazarına uygun fiyatlı veya daha etkili koku molekülleri için yeni teknolojiler geliştirmeye, kokuyu dijitalleştirmeye çalışıyor. En az 20 girişimci firma, sağlık ve kamu güvenliği alanındaki uygulamalar için elektronik burun üretme çabasında. Boston, Massachusetts'teki Harvard Tıp Fakültesinde Sinirbilimci Sandeep Robert Datta, tüm bunların koku alma biyolojisi üzerine yapılan araştırmaların artmasına yol açtığını söylüyor.

Yapay Zekâ İşin İçine Girerse

Uzmanlar için bile bir koku molekülünün fiziksel özellikleri, gerçekte molekülün nasıl koktuğu konusunda çok az fikir veriyor. Araştırmacılar, moleküllerin yapısıyla kokularını ilişkilendirebilen birkaç hesaplama modeli geliştirdi. Ancak ilk modeller oldukça dar veri setlerine dayanıyordu veya yalnızca kokular, aynı algılanan yoğunluğa sahip olacak şekilde kalibre edildiğinde tahminlerde bulunabiliyordu. Makine öğrenmesi kullanmaya yönelik önceki girişimler ise başarılı olmakla beraber mükemmel değildi. Örneğin 2017 yılında *Science* dergisinde yayımlanan ve en iyi koku modelini oluşturmak için düzenlenen bir yarışmayı kapsayan çalışmada 22 takımın algoritmaları, 19 kokudan yalnızca 8'ini etkili bir şekilde tahmin edebildi.

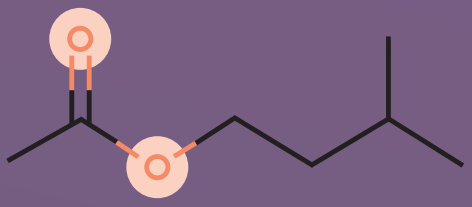
2023'te, merkezi Cambridge, Massachusetts'te bulunan Osmo adlı bir şirketi yöneten Alex Wiltschko'nun ekibi, aralarında Monell Kimyasal Duyular Merkezinden Nörobilimci Joel Mainland'in de bulunduğu araştırmacılar ile iş birliği yaptı ve yapay zekâdan yararlanarak bir koku haritası yayımladı. Araştırmacılar, geliştirdikleri modele koku kataloglarından binlerce moleküler yapı tanımının yanı sıra her biri için et kokusu benzeri veya çiçeksi gibi terimlerden oluşan koku etiketleri öğretti. Daha sonra yapay zekâ sistemini insan burnuyla karşılaştırdılar. İsli, tropikal ve mumsu gibi 55 etiket kullanarak birkaç yüz kokuyu derecelendirmeleri için 15 paneliste eğitim verdiler. Panelistler, bir koku için keskin, tatlı, kavrulmuş, tereyağlı kelimelerini seçti. Deneyimli bir parfüm uzmanı ise aynı kokuyu kayak evi, ateşi sönmüş şömine olarak tarif etti. Mainland, kokunun çok öznel olması nedeniyle insanların bu görevi yerine getirmekte zorlandığını söylüyor. Yapay zekâ algoritması, bu moleküllerin yapısını kullanarak ortalama insan değerlendirmelerine kıyasla bileşiklerin kokusunu tahmin etmede daha iyi performans gösterdi ve daha başarılı oldu. Ürettiği harita çok karmaşık olmasına rağmen kokuları et kokusu benzeri, alkollü veya odunsu gibi türlere göre gruplandırabildi.

Mainland, insanların bir kokuyu meyvemsi olarak değerlendirebildiğini ama tatlı olarak değerlendirmeyi unutabildiğini söylüyor. Kapsamlı model, her seferinde tüm olasılıkları gözden geçiriyor. Hem Mainland hem de Osmo ekibi, şu anda modelin, karışımların bileşenlerine dayanarak nasıl koktuğunu tahmin edip edemeyeceğini çözmeye çalışıyor. Bir başka hedef de modelin yeni kokular, örneğin belirli bir kokuyu taklit eden ya da daha güvenli, daha sürdürülebilir veya biyolojik olarak parçalanabilen kimyasal maddeler tasarlamasını sağlamak. Koku haritalama ekibine bileşiklerin kalite kontrolünde yardımcı olan İngiltere'deki Reading

AYNI AMA FARKLI

Benzer yapılara sahip bazı kimyasal maddeler çok farklı kokabilir, yapısal olarak benzer olmayan bazı bileşikler ise çok benzer kokulara sahip olabilir. Moleküler veriler üzerinde eğitilen bir yapay zekâ modeli, bu zor ayrımları yaklaşık %50 oranında doğru tahmin etti.

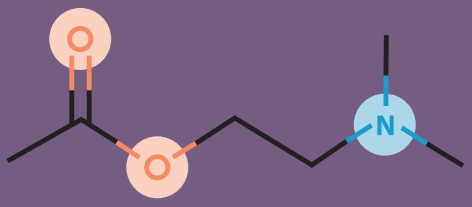
Referans molekül: İzoamil asetat



İnsan tahmini: tatlı, meyvemsi, muz

Yapay zekâ tahmini: meyvemsi, elma, tatlı

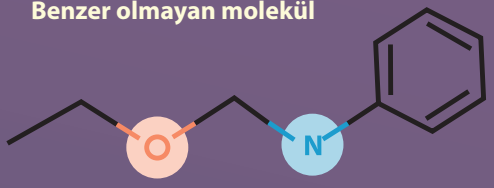
Benzer molekül



İnsan tahmini: balık, keskin bir koku

Yapay zekâ tahmini: balık, peynir, mayalı

Benzer olmayan molekül



İnsan tahmini: tatlı, meyvemsi

Yapay zekâ tahmini: çiçeksi, tatlı, meyvemsi

Üniversitesinden Koku Kimyageri Jane Parker, yapay zekânın bunu muhtemelen tek başına yapamayacağını, her şeye rağmen kimyagerlerin ve koku uzmanlarının yaratıcılığına hâlâ ihtiyaç duyulacağının altını çiziyor.

Kokunun Gizemi

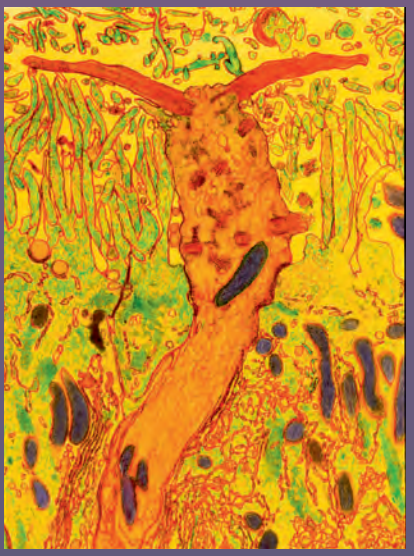
Elbette herkes için koku algılamanın biyolojisi aynı. Burunda milyonlarca koku nöronu bulunuyor ve her biri sadece bir tür koku reseptörünü ifade ediyor. Bunları kodlayan gen ailesi, 1990'ların başında keşfedildi ve 2004 yılında Linda Buck ve Richard Axel'e Nobel Bilim Ödülü kazandırdı.

Bu reseptör tiplerinin her biri, bir veya daha fazla kokuyu tanıyabilir ve her koku, birden fazla reseptör tarafından tanınabilir. Yaklaşık 400 insan koku reseptörü, bir trilyon farklı kimyasala yanıt verebilir. California - San Francisco Üniversitesinden Biyokimyacı Aashish Manglik, bunun son derece karmaşık, zarif bir şekilde ayarlanmış, esnek bir sistem olduğunu söylüyor ve doğanın kimyasının inanılmaz derecede çeşitliliğine dikkat çekiyor. Kokunun şifresini çözmede önemli bir adım, reseptörlerin neye benzediğini ve kimyasal maddeleri nasıl tanıdıklarını bilmek.

New York'taki Rockefeller Üniversitesindeki laboratuvarında, böceklerden alınan iki koku reseptörünün yapısını inceleyen duyusal Sinirbilimci Vanessa Ruta, bu reseptörlerin memelilerdekilerden tamamen farklı bir türde olduğunu ancak koku alma "mantığının" muhtemelen benzer olduğunu söylüyor. Geçen yıl incelenen farelerdeki koku alma sisteminden iki reseptörün her ikisinin de birçoğu hayvanda vücut kokularının temel bileşenleri olan, belirgin bir şekilde kötü balık, misk veya leş gibi kokulara sahip bir grup kimyasalı algıladığı tespit edildi.

Ancak bu reseptörler üzerinde çalışmak hayli zor. Manglik, bu reseptörlerin üzerinde çalışılması en zor proteinler olduğunu, birçoğunun laboratuvardaki hücrelerde ifade edilemeyecek ve analiz için yeterli protein üretemeyecek kadar kararsız olduğunu belirtiyor.

Manglik ve meslektaşları, inceleyebilecekleri her türlü koku reseptörünü araştırdıktan sonra burun dışında bağırsakta ve prostatta zengin bir şekilde ifade edilen ve laboratuvarda yaygın olarak kullanılan hücre kültürlerinde daha kolay çoğaltılabilen bir koku reseptörü tespit etti. Araştırmacılar, OR51E2 adı verilen reseptörün keskin, peynirimsi bir kokuya sahip kimyasal bir madde olan propiyonata



Koku reseptör hücresi (turuncu), burun boşluğuna ulaşan tüysü yapılara (kırmızı) sahip bir nörondur.

tepki verdiğini gördü. Ekip, kriyo-elektron mikroskobu kullanarak propiyonatın reseptöre nasıl bağlandığını, bu bağlanmanın reseptörün şeklini nasıl değiştirdiğini ve bilgiyi nasıl ilettiğini inceledi. Diğer yandan Kuzey Carolina, Durham'daki Duke Üniversitesinde Koku Alma Biyoloğu olan ve OR51E2 çalışmasında Manglik ile iş birliği yapan Hiro Matsunami, koku reseptörlerinin çok fazla koku algılayabildiğini, bu nedenle de tek bir koku reseptörünün yapısının araştırmacılara fazla bilgi vermediğini söylüyor.

Matsunami ve meslektaşları, laboratuvarda daha fazla sayıda OR51E2 reseptörü çoğaltmaya çalışmanın yanı sıra bu reseptörü yeniden tasarladı. OR51E2 ve iki düzine benzer reseptörden parçalar kullanarak bazı sentetik reseptörler ve bu mevcut reseptörlerin amino asitlerin dizilimini yaptılar. Daha sonra bu sentetik reseptörleri hücre kültüründe çoğalttılar. Sentetik reseptörler, muadili olan OR51E2 ile karşılaştırdıklarında tamamen aynı gibi görünüyor ve davranıyordu. Daha sonra meyvemsi, çiçeksi ve naneli kokanlar da dahil olmak üzere geniş bir koku yelpazesini algılayan, daha önce incelenmemiş bir koku reseptörünü temel alan (OR1A1) başka bir reseptör oluşturmayı denediler ve mentol kokan iki bileşiğe nasıl bağlandığını keşfetmek için hesaplamalı bir model kullandılar: Bileşikler reseptöre farklı yerlerde bağlandı. Ekip, farklı koku bileşiklerinin, tek bir koku reseptörünü farklı şekillerde etkilediğini düşünüyor. Araştırmacılar, bu nedenle iki farklı kimyasal maddenin benzer kokulara sahip olabileceği veya kimyasal olarak benzer bileşiklerin de farklı kokabileceği konusunda hem fikir. Protein tahmin algoritması AlphaFold, memeli koku reseptörleri için binlerce yapı önerdi. Makine öğrenmesi ve modelleme ise Matsunami ve meslektaşlarının milyonlarca bileşiği tarayarak hangilerinin iki aday koku reseptörü yapısına bağlanabileceğini görmelerine yardımcı oldu. Buldukları moleküllerden biri portakal çiçeği, diğeri ise güçlü bir şekilde bal kokuyordu. Manglik, hayal edilen son noktanın yüzlerce koku reseptörü hakkında veri toplamak ve bunların aktivasyonunun milyonlarca koku molekülünün kimyasıyla nasıl örtüştüğünü görmek olduğunu söylüyor.

Bir koku, reseptörler tarafından işlendikten sonra bu bilgi, burun köprüsünün arkasında yer alan koku ampulü adı verilen bir beyin bölgesine ve oradan da koku korteksine gider.

Birçok araştırmacı, reseptörlerden gelen bilginin beyinde nasıl organize edildiğini ve algıyı hangi kuralların yönettiğini anlamak istiyor. New York Üniversitesi Tıp Fakültesinde koku üzerine çalışan Sinirbilimci Dima Rinberg, eğer bu anlaşılırsa bir hayvana bir koku maddesi bile sunmadan sadece beyinde oluşturduğu deseni yeniden yaratarak belirli bir kokuyu algılamasını sağlamanın mümkün olabileceğini söylüyor.

Bu arada kokuları tespit etmek de gerçekten zor bir iş. Halihazırda gıdalardaki kötü kokuları veya atık sudaki kokuları tespit etmek için tasarlanmış elektronik burunlar mevcut olmakla birlikte tüberküloz, diyabet ve kanser gibi farklı hastalıkların tanımlanmasında ve ayırt edilmesinde kullanılabilecek tasarımlar için de çalışmalar yoğun bir şekilde devam ediyor. ■

Kaynaklar

Ravia, A. ve ark., "A measure of smell enables the creation of olfactory metamers", *Nature*, cilt 588, s.118-123, 2020

Lee, B. K. ve ark., "A principal odor map unifies diverse tasks in olfactory perception", *Science*, cilt 381, s.999–1006, 2023.

Smith, K., "The Most Mysterious Sense: Cracking The Odour Code", *Nature*, cilt 633, s.26-29, 2024.

41 Milyon Basamaklı Yeni En Büyük Asal Sayı Bulundu

Dr. Elif Ebren Kaya [*TÜBİTAK Bilim Genç*

Altı yıl aradan sonra yeni en büyük asal sayı hesaplandı. Bu sayı, 2018 yılında bulunan en büyük asal sayıdan 16 milyon daha fazla basamağa sahip.

Pozitif tam sayılar kümesinde kendisinden ve 1'den başka böleni olmayan sayılara asal sayı denir. Sonsuz tane asal sayı vardır. Şimdiye kadar bilinen en büyük asal sayı $2^{136.279.841} - 1$ olarak hesaplandı. Bu sayı tam olarak 41 milyon 24 bin 320 basamağa sahip. Bu keşif, 2018 yılında bulunan bir önceki en büyük asal sayı olan $2^{77.232.917} - 1$'den tam 16 milyon 162 bin 272 basamak daha uzun. Yeni keşfedilen asal sayı, aynı zamanda bilinen 52'nci Mersenne asal sayısı oldu. Adını bu sayıları inceleyen Fransız filozof ve matematikçi Marin Mersenne'den alan Mersenne asal sayıları, ikinin kuvvetinden bir eksik olan asal sayılardır. Yani Mersenne asal sayıları, p pozitif tam sayısı için $M_p = 2^p - 1$ biçiminde ifade edilen asal sayılardır. Ancak her pozitif tam sayı bir Mersenne asalı vermez. Örneğin p = 2 durumunda elde edilen $2^2 - 1 = 3$ sayısı bir asal sayı iken p = 4 durumunda elde edilen $2^4 - 1 = 15$ sayısı asal değildir.

Keşif, Büyük İnternet Mersenne Asal Arayışı (Great Internet Mersenne Prime Search, GIMPS) isimli bir grubun üyesi olan Luke Durant tarafından gerçekleştirildi. Ücretsiz GIMPS yazılımını kullanan Luke Durant, asal sayıyı 12 Ekim 2024'te buldu. Sayının birkaç farklı program kullanılarak doğrulanması ise 19 Ekim tarihinde tamamlandı.

Şifrelemenin temelini oluşturan asal sayılar, günümüzde e-posta ve diğer dijital işlemlerin veri şifrelemesinde yaygın olarak tercih edilen RSA şifreleme yönteminde kullanılır. RSA şifreleme yöntemi, tam sayıları çarpanlarına ayırmanın zorluğuna dayanan bir şifreleme yöntemidir. Bu zorluk sayesinde istenmeyen kişilerin verilere ulaşması engellenir. Büyük sayıları asal çarpanlarına ayırmak zor bir işlem olduğu için RSA şifreleme yönteminde olabildiğince büyük asal sayılar kullanılır, böylece şifrelemenin güvenliği artırılır. Bu sebeple büyük asal sayılar bulmak şifrelemede çok önemlidir. ■

Kaynaklar

https://www.newscientist.com/article/2452686-amateur-sleuth-finds-largest-known-prime-number-with-41-million-digits/
https://www.mersenne.org

Beynin de Mikrobiyomu Var!

Dr. Özlem Ak [*TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*

Mikrobiyom kavramı, insan vücudundaki bağırsak, deri veya burun boşlukları gibi organlarla ilişkilendirilir. Yakın zamana kadar beyin mikrobiyomunun varlığı çok uzak bir ihtimal olarak görülüyordu. Merkezi sinir sistemi, nöronlara zarar vermemesi için potansiyel patojenleri filtrelemesi beklenen "kan-beyin bariyeri" adı verilen bir zar tarafından korunuyor. Dahası, beynin herhangi bir "davetsiz misafirle" başa çıkmak için "mikroglia" adı verilen kendi özel bağışıklık sistemi var. Bazı virüs ve bakterilerin beyne ulaşmasının, ensefalit gibi ciddi hastalık semptomlarına neden olduğu bilinse de bunun nadir bir olay olduğu düşünülüyordu. Beynin, çeşitli mikroplardan oluşan bir popülasyona ev sahipliği yapabileceği düşünülemezdi.

Son yıllarda beyin mikrobiyomuna artan ilgi, içimizde ve üzerimizde yaşayan çeşitli mikroorganizmalara yönelik araştırmalara dayanıyor. Başlangıçta çalışmalar, uzun vadede sağlıklı bir yaşam için bağırsak mikrobiyomunun önemini ortaya koydu. Şimdi ise vücudumuzun mikrobiyal sakinlerinin diğer birçok organın işleyişini etkileyebildiği ve bu etkinin her zaman olumlu olmadığı anlaşılıyor: Bazıları, kalp hastalıklarına yol açan arterleri kaplayan plaklardan; bazıları ise tümörlerin büyümesinden sorumlu olabiliyor.

Birkaç yıl önce Christopher Link'in Colorado Boulder Üniversitesindeki yüksek lisans öğrencilerinden biri, beyinde mikroorganizmaların olma olasılığından söz ettiğinde Link, çok şaşırdı. Daha sonra literatürü incelediğinde çalışmaların çoğunun beyin mikrobiyomundan daha çok demansa odaklanmış olduğunu gördü. Diğer yandan beyin mikrobiyomunun varlığına dair kanıtlar, hayal ettiğinden çok daha fazlaydı.

Cemile Bingol / iStock

1990'ların başlarında, o zamanlar İngiltere, Manchester Üniversitesinde çalışan Ruth Itzhaki, Alzheimer'lı kişilerden alınan ölüm sonrası beyin örneklerindeki genleri sıralamıştı. O ve meslektaşları, dokunun genellikle uçuğa neden olan herpes virüsü ile dolu olduğunu bulmuştu. Daha ileri araştırmalarla diş eti hastalığının arkasındaki bakteri olan *Porphyromonas gingivalis*'in demans nedeniyle hayatını kaybeden insanların beyinlerinde benzer şekilde yaygın olduğu gösterildi. Bu tür bulgular, başlangıçta şüpheyle karşılandı. Bazı bilim insanları mikropların, laboratuvardaki örneklerin kontaminasyonundan (kontaminasyon ya da bulaşma, doğal ortamı veya bir malzemeyi bozan ya da enfekte eden bir başka istenmeyen bileşen, organizma veya maddenin varlığı) kaynaklandığını düşündü. Diğerleri ise mikropların beyne ancak demansın geç evrelerinde, bireylerin sağlık durumlarının kötüleşmesinin bir sonucu olarak girmiş olabileceğini öne sürdü.

Demans ve Alzheimer

Demans, beyindeki dejenerasyona bağlı olarak hafıza, düşünme veya davranışta değişikliklere yol açan bir dizi sendromu tanımlamak için kullanılan genel bir terimdir. Diğer bir deyişle hatırlamayı, net düşünmeyi, karar vermeyi ve hatta duygularınızı kontrol etmeyi zorlaştıran bir grup beyin bozukluğunu ifade eder. Demansın birçok türü ve nedeni vardır. En yaygın demans türü olan ve vakaların yaklaşık %60-80'ini oluşturan Alzheimer'ın en yaygın erken belirtisi, yeni bilgileri hatırlamakta güçlük çekmektir çünkü hastalık tipik olarak beynin ilk önce öğrenmeyle ilişkili bölümünü etkiler. Alzheimer ilerledikçe semptomlar daha şiddetli hâle gelir.

Peki Beta-Amiloid Plakları Masum mu?

Bu tür şüpheler, 2010 yılında Harvard Tıp Fakültesinden şu an hayatta olmayan Robert Moir ve meslektaşlarının Alzheimer'a neden olduğu düşünülen beta-amiloid plaklarını daha detaylı incelemeleriyle ortadan kalkmaya başladı. Nöronlar için toksik olan bu plaklar, uzun zamandır Alzheimer'in birincil nedeni olarak görülüyordu ancak ekibin araştırması, plakların patojenleri hapsetmek ve öldürmek gibi beklenmedik bir işlevi olduğunu ortaya çıkardı. Ayrıca beyindeki beta-amiloid plaklarını başarılı bir şekilde azaltan klinik çalışmalar, bilişsel gerilemeyi yavaşlatmamış ve bazı durumlarda olumsuz sonuçlara yol

açmıştı. Bu sonuçlar, farklı şekillerde yorumlansa da plakların bilişsel olarak normal bireylerde yaşam boyunca mevcut olduğu gerçeğini dikkate alan daha detaylı bir resim ortaya çıkardı. Son kanıtlar, beta-amiloid plaklarının kişiyi çok çeşitli patojenlerden koruyan, doğuştan gelen bağışıklık savunma molekülü sınıfı olan bir antimikrobiyal peptid (AMP) olarak rol oynadığını gösteriyor. Giderek artan kanıtlar ise demansın yaşlandıkça beyindeki mikrop miktarının artmasından kaynaklanabileceğini düşündürüyor. Genç yaşlarda bağışıklık sistemi, bu organizmaların birçoğunun beyin dokusuna ulaşmasını önleyecek kadar güçlü iken yaşlandıkça immünosenesans (yaş ilerlemesiyle ortaya çıkan bağışıklık sisteminin kademeli olarak bozulması) olarak bilinen bir süreçle bağışıklık sistemi zayıflıyor ve mikroplar bu bağışıklık sistemi engelini aşabiliyor. Beta-amiloid plaklarının, beynin bu organizmaları kontrol altında tutmak için sürdürdüğü

mücadelenin bir işareti olabileceği düşünülüyor. Ancak plakların bir kez oluştuktan sonra çevre dokulara ikincil hasar vererek bilişsel gerilemenin devam etmesine neden olabilme ihtimali de diğer bir tartışma konusu.

Ya Giriş Kapısı?

İngiltere'deki Edinburgh Üniversitesinden Richard Lathe, mikropların beyne nasıl girdiğini hâlâ bilmediklerini, birkaç olası yol olduğunu düşündüklerini belirtiyor. Mikroorganizmaların bağışıklık hücrelerini kullanması, doğrudan beyne nüfuz eden makrofajları enfekte etmesi, kan-beyin bariyerindeki küçük boşluklardan geçmelerini sağlayan enzimlere sahip olmaları ya da burun ve ağızdan gelen sinirler boyunca ilerleyip beyin dokusuna doğrudan giren birkaç girişi kullanmaları, düşünülen ihtimaller arasında yer alıyor.

Lathe, daha büyük resmi görebilmek için kısa süre önce demans hastası olan ve olmayan kişilerin beyin mikrobiyomunu araştırdı. Edinburgh Üniversitesindeki meslektaşlarıyla birlikte çalışarak İngiltere ve ABD'de bulunan beyin bankalarındaki 79 nöral örnekten alınan genetik materyali analiz etti. Analiz, örnek başına 100.000 kadar tür içeren dikkate değer bir organizma çeşitliliğini ortaya çıkardı. Bu topluluk virüsleri, bakterileri ve mantarları içeriyordu. Araştırmacılar, bitki ya da alg benzeri bir organizmanın kalıntılarını bile buldu. Ancak bunun bir şekilde beyne giren polenlerden kaynaklanmış olabileceğini kabul ediyorlar. İlginç bir şekilde bu mikrobiyom, bağırsakta bulunan mikropların bir alt kümesi gibiydi, yani bağırsak mikrobiyomundaki türlerin yaklaşık %20'si beyin mikrobiyomunda da bulunuyordu. Bu durum, beynimizdeki bazı mikropların bağırsaklardan gelip gelmediği sorusunu gündeme getirdi. Fareler üzerinde yapılan yeni bir çalışma, *Candida albicans* mantarı gibi bazı patojenlerin bağırsak astarından kana karışabildiğini ve kan-beyin bariyerini aşabildiğini ortaya koydu. Bununla birlikte beyne giren bu mantarlar, çoğunlukla bağırsak mikrobiyomları fakirleşmiş farelerde tespit edildi. İngiltere'deki Quadram Enstitüsünden araştırmayı yöneten Aimée Parker, normalde bağırsaktaki bakterilerin mantarlarla rekabet ettiklerini, böylece mantarların vücudun geri kalanına geçmesini engellediklerini, bu nedenle de sağlıklı insanlarda mantarların yer değişimine pek rastlamadıklarını söylüyor. Bununla birlikte Lathe'nin ekibi, *Candida albicans*'ın demanslı kişilerde de manslı olmayanlara kıyasla daha yaygın görülen çeşitli organizmalar arasında olduğunu tespit etti. Lathe, *Staphylococcus* ve *Streptococcus* cinsi bakterilerin yanı sıra *Cryptococcus* ve *Candida* mantarları gibi iyi bilinen insan patojenlerinin, Alzheimer olan kişilerin beyninde çok fazla bulunduğunu belirtiyor.

Diğer araştırmalar, demansa neden olarak tek bir patojenin varlığının, beyin mikrobiyomunun genel bileşiminden daha az önemli olabileceğini düşündürüyor. Pennsylvania, Drexel Üniversitesi

Tıp Fakültesinden Jeffrey Lapides ve meslektaşları, kısa süre önce yarısı Alzheimer hastası olan 32 kişiden alınan ölüm sonrası beyin dokusunu inceledi. Lathe'nin ekibi gibi onlar da çok çeşitli organizmalar buldu. Aynı zamanda belirli mikrop kombinasyonlarının hastalığın farklı aşamalarıyla ilişkili olduğunu da öğrendiler. Örneğin *Comamonas* olarak bilinen bir grup bakteri, demans olmayan kişilerde çok daha yaygınken Alzheimer'ın ilerleyen aşamalarında *Methylobacterium* ve *Cutibacterium acnes* bakterilerinin daha yaygın olduğu belirlendi.

Beyin mikrobiyomu hakkında hâlâ keşfedilmeyi bekleyen çok şey var. Sağlıklı bir beyinde hangi mikropların bulunduğuna dair tam bir harita henüz çıkarılmış değil. Link, bazen genom veri tabanlarının hiçbirinde bulunmayan RNA dizileri gördüklerini ve bunları "karanlık mikrobiyom" olarak adlandırdıklarını belirtiyor. Diğer yandan beyindeki bazı mikroorganizmaların faydalı olup olmadığı da tam olarak bilinmiyor. Örneğin bağırsaktaki bazı mikroplar sindirime yardımcı oluyor, dolayısıyla beyindeki mikropların da düşünme ve muhakemeye yardımcı olup olmadığı konusu yanıt bekleyen sorulardan biri.

Ayrıca, beyinde hangi mikroorganizmaların bulunacağını neyin kontrol ettiği sorusu, bağırsak mikrobiyomunun insanlar arasında neden farklılık gösterdiği meselesi ve beyin mikrobiyomunun da farklılık gösterip göstermediği de hâlâ gizemini koruyan konular arasında. ■

Kaynaklar

Link, C.D., "Is There a Brain Microbiome?", *Neuroscience Insights*, cilt 16, 2021.
https://www.newscientist.com/article/mg26335104-500-the-brain-has-its-own-microbiome-heres-what-it-means-for-your-health/
https://www.biorxiv.org/content/10.1101/2023.02.06.527297v1

Göktaşlarının İçinde Uzay Yolculuğu

Dr. Mahir E. Ocak [*TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*

İki gök bilimcinin yaptığı çalışmalar, Güneş siteminde dolanan çeşitli gök taşlarının gezegenler arası yolculuk yapmak için kullanılabileceğini gösteriyor.

Dünya'nın manyetik alanı, yeryüzünü hem Güneş'ten yayılan hem de yıldızlar arası uzaydan gelen zararlı radyasyondan korur. Bu yüzden Dünya'nın manyetosferinin dışına çıkıldığında maruz kalınan radyasyon miktarı, önemli ölçüde artar. Bu durum, insanların güvenle uzay yolculuğu yapabilmesi için sağlığa zararlı radyasyona karşı önemler alınmasını gerektirir.

İnsanları uzay boşluğundaki radyasyondan daha iyi korumanın bir yolu, uzay araçlarındaki koruyucu katmanları artırmak. Kiev Ulusal Üniversitesinden Arseneii Kasianchuk ve Volodymyr Reshetnyk ise alternatif bir yöntem öne sürdü.

Dünya'nın yörüngesine yakın yörüngelerde dolanan çeşitli gök taşları, Güneş sistemindeki yolculukları sırasında Mars ve Venüs gibi gezegenlerin de yakınlarından geçer. Kasianchuk ve Reshetnyk, bu gök taşlarının içine indirilecek uzay araçlarıyla gezegenler arası yolculuk yapılabileceğini öne sürdü. Böylece hem radyasyondan daha iyi korunulabilir hem de yakıt ihtiyacı azaltılabilir.

Araştırmacılar, Dünya'nın yörüngesi yakınlarında dolandığı bilinen 35.000 civarı gök taşının yörüngelerini inceleyerek bu gök taşlarının hangilerinin 2120 yılına kadar Venüs'e ya da Mars'a yapılacak bir uzay yolculuğunda yararlı olabileceğini tespit etti. Sonuçta gezegenler arası yolculuk etmek için kullanılabilecek yaklaşık 120 asteroit belirlendi. Bu asteroitlerin bazıları her 2-3 senede bir hem Dünya'nın hem de başka bir gezegenin yakınından geçiyor. Bazıları içinse bu süre yüz yıla kadar uzuyor. Araştırmacılara göre, bu asteroitleri gezegenler arası yolcu taşıyan trenler gibi kullanmak mümkün olabilir. Bu trenlerden birine Dünya durağında binip Mars durağında inebilir, bir başkasıyla Dünya'ya geri dönebilirsiniz. Örneğin keşfedilen asteroitlerden biri, 2079 yılında önce Dünya'nın, sonra Venüs'ün, daha sonra da Mars'ın yakınından geçecek. Bu gök taşının üzerine indirilecek bir uzay aracıyla sadece 230 gün içinde Dünya'dan Mars'a gitmek ve bu arada Venüs'ü de ziyaret etmek mümkün olabilir. Ayrıca 2080 yılında aynı rotayı ters istikamette takip edecek bir başka gök taşı da var.

Gök taşlarını yolculuk araçları olarak kullanabilmek için aşılması gereken çeşitli zorluklar da olacak. Örneğin Dünya'nın yakınlarından geçen gök taşlarının büyük çoğunluğu, saniyede 30 kilometreye varan hızlarla hareket ediyor. Bir uzay aracını böyle bir gök taşının üzerine yumuşak iniş yapacak kadar hızlandırmak, yüksek miktarda yakıt gerektirecektir. Ancak Dünya'nın yakınından saniyede 2 kilometre kadar düşük hızlarla geçen gök taşlarının da olduğu belirtiliyor. Bir başka zorluk ise gök taşlarının içine uzay araçlarının girebileceği oyuklar açmak. Kasianchuk, bu sorunu aşmak için yolculuktan önce bir cihazın tünel açmak üzere gök taşına gönderilebileceğini düşünüyor.

Araştırmacılar, her yıl çok sayıda yeni gök taşı keşfedildiğine dikkat çekiyor ve gelecekte keşfedilecek gök taşlarının bazılarının da gezegenler arası yolculuğa uygun olabileceğini belirtiyor. ■

Kaynak

Reshetnyk, V., ve Kasianchuk, A., "The search for NEOs as potential candidates for use in space missions to Venus and Mars", *arXiv,* https://arxiv.org/abs/2410.17047, 2024.

johan63 / iStock

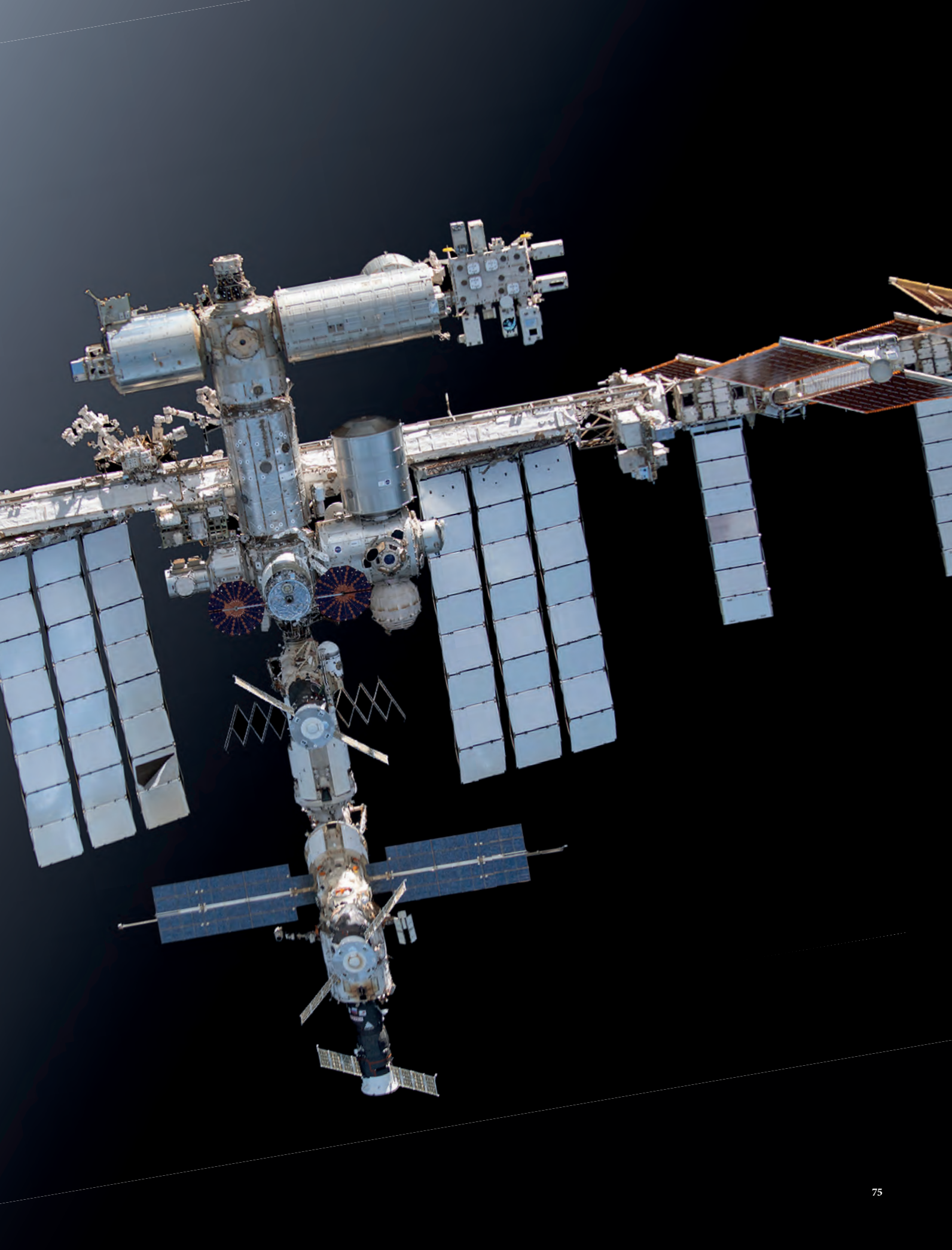
2030'da Görevi Sonlandırıldığında Uluslararası Uzay İstasyonu'na Ne Olacak?

Dr. Tuba Sarıgül [*TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*

Dünya'nın yörüngesinde hareket eden en büyük yapay uydu olan Uluslararası Uzay İstasyonu'nun (ISS) 2030 yılında emekliye ayrılması planlanıyor. Peki, görevi sonlandırıldığında ISS'ye ne olacak?

Kurulumuna 1998 yılında başlanan Uluslararası Uzay İstasyonu'nun ilk mürettebatı olan William M. Shepherd, Yuri P. Gidzenko ve Sergei K. Krikalev, "Bilim Seferi 1" görevi kapsamında 2000 yılında ISS'ye ulaştı. Ağırlıksız ortam koşullarında farklı alanlardan birçok deneyin ve araştırmanın gerçekleştirildiği ISS, görev yaptığı uzun yıllar boyunca insanlık yararına birçok bilimsel ve teknolojik gelişmeye katkı sağladı.

NASA



ABD Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi (NASA), Rusya Federal Uzay Ajansı (Roscosmos), Japon Uzay Ajansı (JAXA), Avrupa Uzay Ajansı (ESA) ve Kanada Uzay Ajansı'nın iş birliğinde kurulan ISS'nin bakım ve onarımı, işletmesi, kontrolü ve yönetimi 1998'den beri bu beş uzay ajansı tarafından gerçekleştiriliyor. ISS'nin başlangıçta 2016'ya kadar görev yapması planlanmıştı. Ancak istasyonu oluşturan modüllerin bakımı ve yenilenmesi için yapılan çalışmalar sayesinde istasyonun hizmet ömrü uzatıldı. 2022 yılının başında ise 2030 yılına kadar görevine devam edeceği duyuruldu.

Peki, kütlesi 400.000 kg'ın üzerinde olan ve yaklaşık olarak bir futbol sahası büyüklüğündeki ISS'ye, görevi sonlandığında ne olacak?

NASA ve diğer yürütücü uzay ajansları, ISS'nin nasıl devre dışı bırakılacağı ile ilgili farklı alternatifleri değerlendirdi. ISS'nin parçalara ayrıldıktan sonra Dünya'ya taşınması, Dünya'nın etrafındaki daha yüksek irtifadaki bir yörüngeye çıkarılması, kendiliğinden yörüngeden çıkarak atmosfere girmesi veya kontrollü bir şekilde yörüngeden çıkarılarak atmosfere girmesi gibi alternatifler arasında en uygun seçeneğin, yörüngeden kontrollü çıkarılması olduğuna karar verildi.

ISS'nin kurulumu için bileşenlerinin 40'dan fazla uzay görevi ile uzaya taşınması gerekmiş ve 260 uzay yürüyüşü ile istasyonun bileşenlerinin kurulumu, bakımı ve yenilenmesi gerçekleştirilmişti. ISS'yi oluşturan modüllerin uzaya taşınmasında çoğunlukla büyük bir kargo taşıma bölümüne sahip olan uzay mekikleri kullanılmıştı. Uzay mekikleri, 2011 yılında emekli oldu. Günümüzde ise demonte edildikten sonra ISS'nin bileşenlerinin Dünya'ya taşınmasını sağlayabilecek, kullanımda olan bir uzay aracı bulunmuyor. Ayrıca bu bileşenlerin uzayda demonte edilmesi de son derece zor.

ISS'nin yörünge irtifasını artırmak ise hizmet ömrünü uzatabilir. Ancak istasyonun bu irtifaya çıkarılmasını sağlayabilecek özellikteki itki ve kargo taşıma sistemlerine şu an sahip değiliz. Bugünlerde SpaceX'in Starship uzay aracı gibi kargo taşıma kapasitesi yüksek olan uzay araçlarının test süreçleri devam etse de bu sistemlerin ISS ile birlikte kullanılmasına yönelik çözülmesi gereken birçok mühendislik problemi bulunuyor. Ayrıca ISS'nin yörünge değiştirmesi için gereken hız değişimi 120-140 m/s iken yörüngeden kontrollü olarak çıkıp atmosfere giriş için gerekli hız değişim değeri, bunun neredeyse yarısı kadar.

Görev süresini tamamladıktan sonra ISS'nin yörüngesinden çıkıp atmosfere girerken parçalanması alternatifinin uygulanabilmesi için oluşan enkaz parçalarının insan sağlığı açısından risk oluşturma olasılığının 10.000'de 1'den düşük

SpaceX şirketi tarafından geliştirilen Dragon uzay aracı

SpaceX

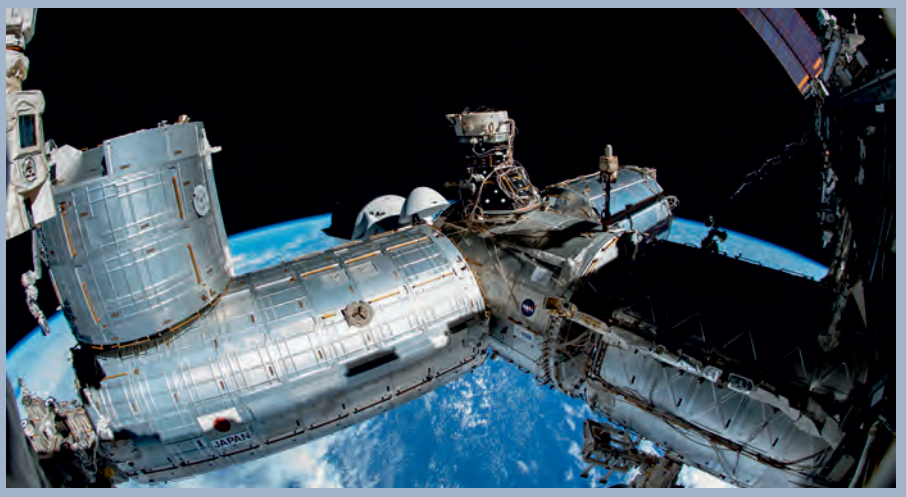
olması gerekiyor. Ancak ISS gibi büyük bir yapının atmosfere kontrolsüz bir şekilde girmesi durumunda açığa çıkacak büyük enkaz parçalarının toplum sağlığı açısından oluşturduğu risk, kabul edilebilir sınırın üzerinde. Dolayısıyla ISS'nin, oluşacak enkaz parçaları insanların yoğun olarak yaşadığı bölgelere çarpmayacak şekilde, kontrollü olarak yörüngeden çıkarılması gerekiyor.

ISS'nin yörüngesinden çıkarılması sürecinden de yine uzay istasyonunun işletmesini gerçekleştiren beş uzay ajansı sorumlu. Dünya'nın etrafında dolanan insan yapımı en büyük nesne olan ISS'nin yörüngesinden güvenli bir şekilde nasıl çıkarılacağını değerlendiren uzmanlar, farklı alternatifler üzerinde çalışıyor. Bu amaçla ISS'nin kendi itki sistemlerinin yeterli olup olmayacağı değerlendirildi ve sonuçta ISS'nin atmosfere giriş manevrasını gerçekleştirebilmesi için özel bir yörüngeden çıkarma aracı geliştirilmesine karar verildi. NASA, Haziran 2024'te yörüngeden çıkarma aracının geliştirilmesi için SpaceX şirketinin seçildiğini açıkladı.

SpaceX, yörüngeden çıkarma aracının geliştirme sürecinde,

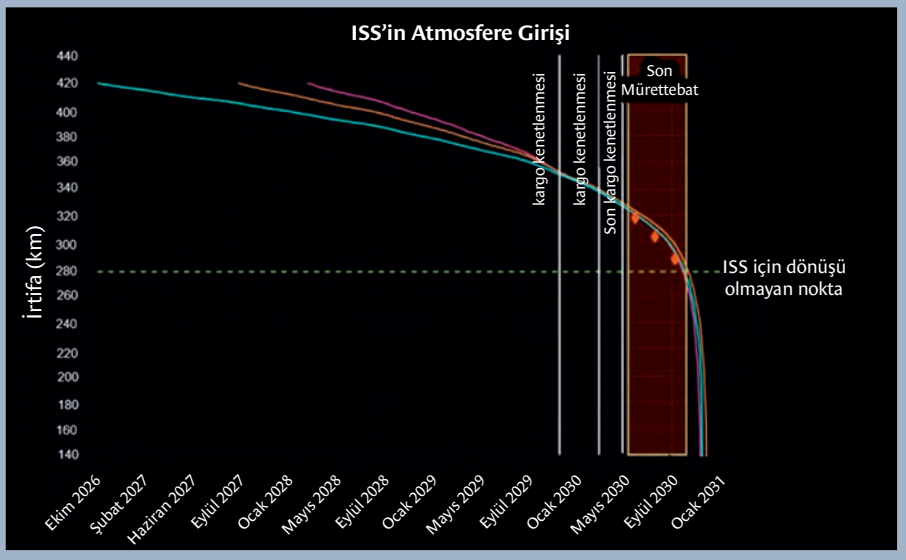
hâlihazırda astronotları ve kargoları ISS'ye ulaştırmakta kullanılan Dragon uzay aracının tasarımını geliştirecek. Çünkü aracın, ISS'nin yörüngesini değiştirmeye yetecek büyüklükte itki üretebilmesi için daha fazla yakıt taşımasına imkân verecek bir gövdeye sahip olması gerekiyor. Ayrıca Dragon uzay aracında, yörüngede manevra yapmasını sağlayan 16 adet itki motoru bulunurken yörüngeden çıkarma aracı 46 itki motoruna sahip olacak. Geliştirilecek araç, Dragon'dan 6 kat daha fazla yakıt taşıyacak ve motorları 3-4 kat daha fazla itki üretecek.

Yörüngeden çıkarma aracı, ISS'nin Node 2 olarak da isimlendirilen Harmony modülüne kenetlenecek. ISS'nin yörüngesinden çıkarak atmosfere girmesi için itki motorlarını kullanması planlanan araç, uzay istasyonunun atmosfere girişi sırasında parçalanarak hizmet dışı kalacak.



NASA

Harmony, ISS'deki üç laboratuvar modülünü birbirine bağlayan hizmet ünitesidir.



ISS'nin kontrollü olarak yörüngeden çıkarılması sürecinde irtifasındaki değişim

NASA, bu süreçte ISS'nin ömrünün sonuna kadar tam kapasiteyle çalışmaya devam edeceğini açıkladı. ISS'nin son mürettebatının Mayıs 2030 ile Ekim 2030 arasında görev yapacağı tahmin ediliyor. İstasyonun, yörüngeden çıkması sürecinin başlangıcında görev yaptığı irtifanın kademeli olarak azaltılması planlanıyor. Atmosfere giriş için itki motorları ateşlendikten sonra ISS'nin, sürtünme etkisiyle atmosferde parçalanacağı ve enkaz kalıntılarının Pasifik Okyanusu'nun güneyinde, Dünya üzerinde karalara en uzak nokta olan Nemo noktasının yakınlarına düşeceği tahmin ediliyor.

ISS'nin hizmet ömrünün sonuna gelmesiyle ilgili bu gelişmeler, akla önemli bir soruyu getiriyor: Yaklaşık 25 yıldır ağırlıksız ortam koşullarında gerçekleştirilen deneyler ve araştırmalar ile bilim ve teknoloji alanında birçok çığır açıcı gelişmeye öncülük eden ISS'nin işlevi, 2030'dan sonra nasıl yerine getirilecek? Bu konuda kesin bilgiler olmasa da NASA, Dünya'ya yakın yörüngede gerçekleştirilecek bilimsel araştırmalar için özel şirketlerin geliştirdiği uzay istasyonlarına geçiş yapılmasını desteklediğini açıkladı. ■

Kaynaklar

- https://www.nasa.gov/wp-content/uploads/2015/01/2022_iss_transition_report-final_tagged.pdf?emrc=4c4497
- https://www.nasa.gov/faqs-the-international-space-station-transition-plan/
- https://www.nasa.gov/news-release/nasa-selects-international-space-station-us-deorbit-vehicle/
- https://appel.nasa.gov/2024/07/29/nasa-selects-deorbit-vehicle-for-the-iss/
- https://www.nasa.gov/humans-in-space/nasa-provides-updated-international-space-station-transition-plan/

BİLİM TARİHİNDEN NOTLAR

Prof. Dr. Hüseyin Gazi Topdemir
[*Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Felsefe Bölümü, Bilim Tarihi Anabilim Dalı*

Eski Uygarlıklarda Gökyüzü

Gökyüzü Arkeolojisi

İnsanın yeryüzünde ve göklerde olup bitenlere duyduğu ilgi, bilim etkinliğinin başlamasından çok öncesine dayanır. Okumanın ve yazmanın henüz söz konusu olmadığı zamanlarda insanların resim yoluyla iletişim kurduklarını, Fransa'daki Lascaux, İspanya'daki Altamira mağaralarında ve ülkemizdeki Göbeklitepe'de bulunan resimlerden ve kabartmalardan biliyoruz. Bu sanat eserlerinin bazılarında Güneş çiziminin ve Ay'ın evrelerinin tasvirlerinin yer alması, insanın 10.000 yıldan daha uzun bir süre önce gökyüzünde gördüklerine ilgi duyduğunu ve resmettiğini gösteriyor. İnsanın gökyüzü merakını gösteren ve yazılı olmayan kanıtlar, aslında sanılandan çok daha fazla. Bugün Avrupa'nın pek çok yerinde bulunan ve MÖ. 3500'lere tarihlenen ''megalit'' denilen dev taş anıtların en ünlüsü olan Stonehenge, bunlardan sadece birisi. Gerçekte yapılış amacının ne olduğu kesin olarak bilinmese de bugün büyük ölçüde gök bilimiyle ilgili olduğu kabul ediliyor. Aynı kabul, gökyüzüne ilişkin birçok bilgiyi barındıran Mısır piramitleri için de dillendiriliyor. Bu kabullerin güvenilir olduğuna hiç şüphe yok. Çünkü günümüzde arkeolojik buluntulardan gökyüzü hakkında çıkarımlarda bulunmak, artık ''arkeoastronomi'' olarak adlandırılan bir disiplin sayesinde mümkün...

Göbeklitepe'de taş sütunlar üzerindeki kabartmalar ve resimler

İngiltere'nin Wiltshire kenti Salisbury Düzlüğü'nde bulunan Stonehenge anıtı

Sözü edilen konuları bilimsel yaklaşımla ele alan arkeoastronomi, gözlem araçlarının gelişmesine koşut olarak, evren hakkındaki gözlemlerin kapsamının ve kalitesinin artması sonucunda oldukça ilerledi. Bu ilerlemeye bağlı olarak arkeoastronomi, edinilen bilgilere dayanarak megalitik anıtların en azından bazılarının bir tür gözlemevi olduğu iddialarını genel kabul görecek düzeye taşıdı. Öyle görünüyor ki insanlar, yazının keşfi öncesi dönemlerde bile gökyüzündeki olaylara büyük ilgi duymuş ve gök cisimlerinin hareketlerini incelemek için araçlar geliştirmiş.

Gökyüzü Efsaneleri

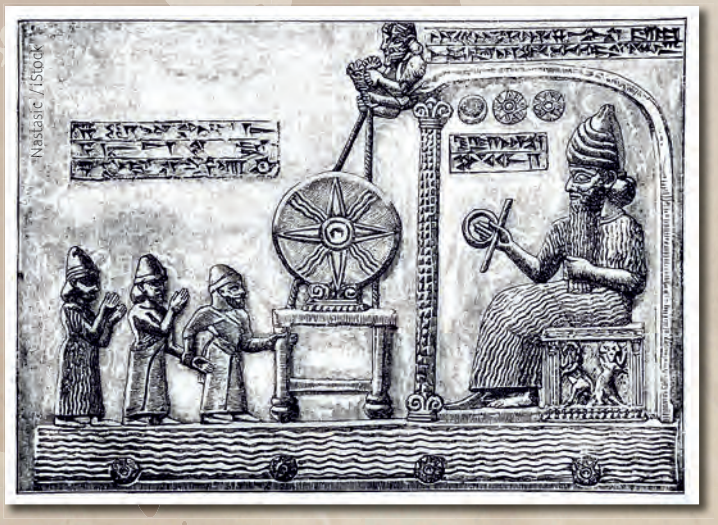
Araştırmalar, insanların her geçen gün efsanevi anlatımların yerine olgusal ilişkilerin anlaşılması ve çözümlenmesi yoluyla elde edilen bilgilere dayalı açıklamalara daha fazla güven duyduklarını gösteriyor. Böyle olmasına karşın, eski uygarlıklardan başlayarak günümüze kadar gökyüzü hakkında çok sayıda efsanenin geliştirildiği açıktır. Gökyüzüne yoğun ilgi duyan eski Mısır, Mezopotamya, Babil ve Çin uygarlıklarında efsanelerin yanında çok kapsamlı evren tasavvurları bulunduğu gibi nispeten olgusal anlatımın daha ağırlık kazandığı Antik Yunan dünyasında da efsaneler önemli bir yer tutar. Olup bitenleri anlama ve açıklama formları olarak efsanelerin, bilimsel bilgilere dayalı açıklamaların geliştirilmesine kadar insanın bilme arzusunu tatmin ettiği ortadadır. Nitekim eski dünyanın ileri uygarlıklarından birini gerçekleştirmelerine karşın eski Mısırlılar, gökyüzü ve yeryüzü üzerine zengin ve efsanevi anlatımlar oluşturmaktan geri durmamıştır. Bunlardan birine göre, düz olduğu kabul

edilen Yer, üç kısımdan oluşmakta ve evrenin merkezinde yer almaktadır. Aynı zamanda Nil tarafından ikiye bölünmekte ve dev bir su kütlesiyle çevrelenmektedir. Yer'in yukarısında, destek görevi gören dört dağın üzerinde duran gökyüzü, aşağısında ise ölen insanların, şafakta sönümlenen yıldızların ve batan Güneş'in bulunduğu ''Duat'' adı verilen yeraltı dünyası bulunmaktadır. Güneş, gece boyunca bu yeraltı dünyasında yol alarak ertesi sabah doğudan yeniden doğmaktadır. Neredeyse bütünüyle hayal ürünü olduğu açıkça görülen bu evren ve Dünya tasavvuru, eski Mısırlıların henüz gelişmiş gökyüzü gözlemlerinin bulunmadığını ve dünya hakkında sınırlı bilgilere sahip olduklarını göstermektedir. Bu yüzden tasavvur edilen gökyüzü, tamamen mitolojik tarzdadır. Bu türden söylemlerde kozmolojik anlatımın temel oyuncuları olmalarına karşın tanrılar, genellikle kişileştirilmiş; nesneler, doğaüstü güçler ve geri kalan her şey ise tanrılarla ilişkilendirilmiştir. Başka bir deyişle, kozmogoni ile kozmoloji iç içe geçmiştir. Evrenin ortaya çıkışı ise ne zaman geliştirildiğini kestirmenin güç olduğu su efsanesine bağlanarak açıklanmıştır. Buna göre her şey, zamanın başlangıcından beri var olan ve

Eski Mısır uygarlığından kalma bu çizimde "Güneş Tanrısı Ra"nın gökyüzündeki seyahati resmedilmiş.

gelecekte de var olmaya devam edecek olan sınırsız, karanlık ve sonsuz bir su kütlesinden meydana gelmiştir. Eş zamanlı toplumlarda veya daha sonra gelenlerin evren tasavvurlarında da karşılaşılması nedeniyle su efsanesinin, kozmogonik anlatımın vazgeçilmez bir temel unsuru olduğunu söylemek yerinde olur.

Efsanelerin, kehanet amaçlı döngülerin kayıtlarının tutulmasıyla oluşturulduğu da söz konusudur. Böyle bir örneğin anlatımının yer aldığı Babillilerden kalma bir metinde, "Eğer Venüs batı yönünde battıktan sonra üç gün gökyüzünde görünmezse ve bu süre sonunda doğuda tekrar görünürse, o yıl tahıl ve saman kıtlığı olacaktır." denilmektedir. Mısır'da Nil'in su sisteminin Sirius yıldızına bağlanmasıyla oluşturulan takvim gibi Babil'de de Venüs gezegenine endekslenmiş bir tarım takvimi oluşturulduğunu söylemek, yanlış olmayacaktır. Çünkü kayıtlarda hazine kâtiplerinin Venüs'ün bir sonraki geçişini izleyerek tahıl ve saman arzının durumunu tahmin ettikleri bilgisi de yer almaktadır.



Babillerden kalma "Güneş Tanrısı Şamaş" taş tableti

Gökyüzü Tasavvuru Olarak Astroloji

Bütün uygarlıklarda yaygın şekilde görülen kozmogonik bir anlatım biçimi olan astrolojinin etkin kullanıldığı uygarlıklardan biri de Mezopotamya'dır. Gökyüzü hakkında ilerleyen zaman dilimlerinde ciddi gelişme kaydedilmiş olsa da başlangıçta kehanete hizmet ettiği

düşünülen kozmogonik nitelikte söylemlere rastlanan Mezopotamya'da kehanetin, yani olacakları önceden belirlemenin önemsenmesi sonucunda gökyüzünde olup bitenlerle yeryüzünde gerçekleşen oluş ve bozuluş arasında bağ kuran bir astrolojinin geliştiği anlaşılmaktadır. Kehanet yoluyla ne zaman savaş çıkacağı, kralı bekleyen iyi ve kötü durumlar, isyan, kıtlık, doğal felaketler, salgın hastalık olup olmayacağı gibi konularda önceden haberdar olunacağına inanılıyordu. Bu bağlamda gökyüzü, gezegenlerin yerlerinin belirlenmesine ve astrolojik bakımdan anlamlandırılmasına hizmet edecek şekilde Ekvator (Anu), Yengeç (Enlil) ve Oğlak (Ea) bölgesi olmak üzere üç bölgeye ayrılmıştı. Gezegenin gökyüzünde belirli bir zamanda bulunduğu konumundan başka, hareket biçimi de dikkate alınıyordu. Her gezegen belirli özelliklere ve anlamlara sahipti. Örneğin Merkür gezegeni, kraldan sonra kimin tahta geçeceğiyle ilişkiliyken Satürn, barışın, adaletin ve asayişin temsilcisi kabul ediliyordu. Mezopotamya astrolojisine göre en önemli gök nesnesi, aynı zamanda korkuyu simgeleyen Ay'dı. Bu yüzden Ay'ın belirli günleri ve gecenin belirli saatleri "uğurlu veya uğursuz" sayıldığı için bir kimsenin doğum günü ve saati önemliydi. Çünkü bunlara bakılarak o kişinin geleceği hakkında hükümler çıkarılmaktaydı. Mezopotamyalılar, gökleri tanrısal kabul etmenin yanında yıldızların tanrılar, gökteki olayların da tanrıların faaliyetleri olduğuna inanmaktaydılar. Böylece astronomi gibi astroloji de dinsel ve mitolojik unsurlarla karışmış durumdaydı. Bununla birlikte geometri ve cebir bilgisinin gelişmesine koşut olarak Mezopotamya'da astronomi, kozmogonik ve dini niteliğinden uzaklaşmış, matematiksel bir nitelik kazanmıştır. Matematiksel bir nitelik kazanmış hâliyle Mezopotamya astronomisi, özellikle Helenistik çağ Yunan astronomisinin oluşumunda ve gelişiminde önemli bir rol oynamıştır.

Gelecek sayımızda "antik Yunan döneminde gökyüzü" konusunu ele alacağız. ■

Diyarbakır'ın Çınar ilçesindeki Zerzevan Kalesi'nin bulunduğu alanda görüntülenen yıldızlar

Kaynaklar

Evans, J., *The History and Practice of Ancient Astronomy*, Oxford: Oxford University Press, 1998.

Kragh, H. S., *Conceptions of Cosmos From Myths to the Accelerating Universe: A History of Cosmology*, Oxford: Oxford University Press, 2007.

Sayılı, A., *Mısırlılarda ve Mezopotamyalılarda Matematik, Astronomi ve Tıp*, Ankara: Atatürk Kültür Merkezi, 1991.

Dr. Bülent Gözcelioğlu [*turkiye.dogasi@tubitak.gov.tr*

Tüm Köpekbalıklarının En Hızlısı

Mako Köpekbalıkları

Ryan Cake / iStock

Hilal şeklindeki kuyrukları sayesinde mako köpekbalıkları, saatte 74 km hıza varan süratleriyle okyanustaki en hızlı köpekbalıklarıdır. Uzun mesafelerde bu hızı koruyamasalar da bu anlık hız patlamaları, seri hareket eden avlarını yakalamalarına yardımcı olur. Ayrıca gelişmiş sıçrama yetenekleriyle bilinir ve avlanırken sudan dışarı çıkmalarına sebep olacak kadar yükseğe sıçradıkları gözlemlenebilir.

Taksonomik hiyerarşide "aile" kategorisinden sonra "cins" sonra da "tür" kategorisi gelir. Mako köpekbalıkları *Isurus* cinsine aittir. Bu cins içinde yalnızca iki canlı türü vardır: Uzun yüzgeçli mako köpekbalığı (*Isurus paucus*) ve kısa yüzgeçli mako köpekbalığı (*Isurus oxyrinchus*). Adından da anlaşılacağı gibi uzun yüzgeçli mako köpekbalıklarının göğüs yüzgeçleri daha uzun ve vücutları daha incedir. Anatomilerindeki bu ufak farklılıklar, onları kısa yüzgeçli benzerlerine göre daha yavaş ve daha az aktif hâle getirir. *Isurus* kelimesi, Yunanca "eşit kuyruk" anlamına gelen kelimeden türetilmiştir. Mako köpekbalıklarının eşsiz kuyruk yapısı, benzer büyüklükte üst ve alt loblara sahiptir. Bu, zamanlarının çoğunu açık okyanusta geçiren ve avlarını yakalamak için hızlı hareket eden köpekbalıkları arasında ortak bir özelliktir.

Pelajik bölge (okyanusun kıyı alanlarının dışındaki bölgesi yani açık okyanus) türleri olarak hem uzun yüzgeçli hem de kısa yüzgeçli mako köpekbalıkları, zamanlarının çoğunu açık okyanusta geçirir ve dünyada birkaç yer dışında su altındaki dalgıçlarla nadiren karşılaşırlar. Portekiz'deki Azor takımadaları, mako köpekbalıklarını görebilmek için dünyadaki en uygun bölgedir.

Alessandro De Maddalena / iStock

Mako köpekbalıkları genelde kafadan bacaklılar ve büyük balıklar, kalamar, uskumru, ton balığı, palamut ve kılıç balığı ile beslenirler. Ayrıca ara sıra diğer küçük köpekbalıklarıyla da beslendikleri bilinir ancak beslenme alışkanlıklarının belki de en etkileyici özelliği, çok hızlı yüzen kılıç balığını avlama ve yakalama yetenekleridir. Mako köpekbalıkları, ovovivipar yani yumurtaları vücut içerisinde gelişen hayvanlardır. Yumurtalar dişinin ovidukt ya da uterusuna yerleşir. Embriyo gelişimini tamamladıktan sonra açılır, yavrular karın boşluğuna düşer, sonra da annenin vücudunu terk ederler. Embriyo, gelişmesi boyunca yumurta içindeki besinden yararlanır. Yumurtadan ilk çıkan yavrular ise yumurtadan henüz çıkmamış yavruları yiyerek beslenirler ve iyi gelişmiş olarak annelerinden ayrılırlar.

Yaşadıkları bölgelerde ya ticari olarak hedef alınırlar ya da başka balık türlerini yakalamak için yapılan balıkçılık faaliyetleri sırasında tesadüfen yakalanırlar. Mako köpekbalıkları, yüzgeçlerinin ve etlerinin yüksek kalitesi nedeniyle değerlidir. Kılıç balığı, sarı yüzgeçli orkinos ve ton balıklarını hedef almak için uzun olta takımı kullanan balıkçılar, mako köpekbalıklarını da yakalayabilir. Özellikle paraketa veya solungaç ağı kullanan balıkçılar tarafından sıklıkla avlanırlar. Bu tür insan faaliyetleri, açık okyanuslardaki mako köpekbalıklarının popülasyonunun azalmasına neden olur. Koruma ve kontrol yöntemleri artırılmadığı takdirde bu türün popülasyonu, çok hızlı şekilde azalmaya devam edecek gibi görünüyor. ■

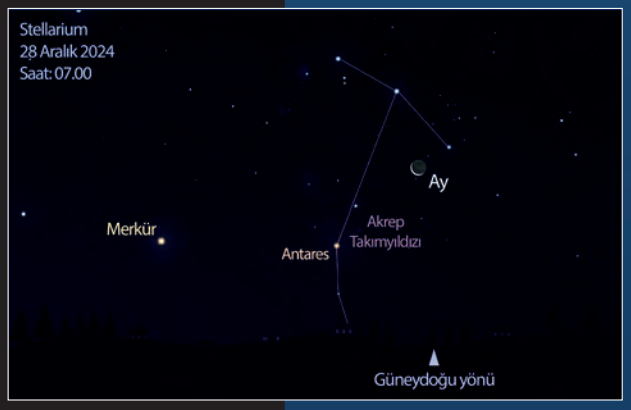
Gökyüzü

Dr. Tuba Sarıgül

[*TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*

Yılın En Etkileyici Jüpiter Manzarası

Jüpiter, aralık ayında karşı konuma geliyor. Gözlem için son derece uygun olduğu bu konumdayken yılın en büyük ve parlak Jüpiter'ini gözlemleme fırsatını kaçırmayın. Aynı zamanda aralık ayında Merkür'ü şafak vakti ufkun üzerinde yeterince yüksekte ve uzun süre gözlemlemek mümkün.



Merkür

6 Aralık'ta yörünge hareketi sırasında Güneş ile Dünya'nın arasından geçen Merkür, bu süreçte birkaç hafta boyunca Güneş'in parlaklığında kaybolduğu için görülemiyor. Güneş sisteminin en küçük gezegeni, aralık ayının ilk yarısından sonra şafak vakti gökyüzünde tekrar ortaya çıkıyor. 28 Aralık sabahı Merkür, hilal şeklindeki Ay ve Akrep Takımyıldızı'nın en parlak yıldızı Antares'i, güneydoğu yönünde ufkun üzerinde birbirine yakın görebilirsiniz.

Venüs

Venüs, aralık ayında Güneş'in batışından sonra güney-güneybatı yönünde, ufkun üzerinde ortaya çıkıyor ve yaklaşık üç saat sonra güneybatı-batı yönünde ufuktan batıyor. 4 Aralık akşamı Venüs'ü ve hilal şeklindeki Ay'ı, güneybatı yönünde ufkun üzerinde birbirine yakın görebilirsiniz. Ayın başında Venüs'ün gezegen yuvarlağının aydınlık görünen kısmının oranı %68 iken, ayın sonunda %56'ya iniyor. Siz de bir dürbün ya da küçük bir teleskop yardımıyla aralık ayında Venüs'ün evrelerindeki değişimi izleme fırsatını yakalayabilirsiniz.

Mars

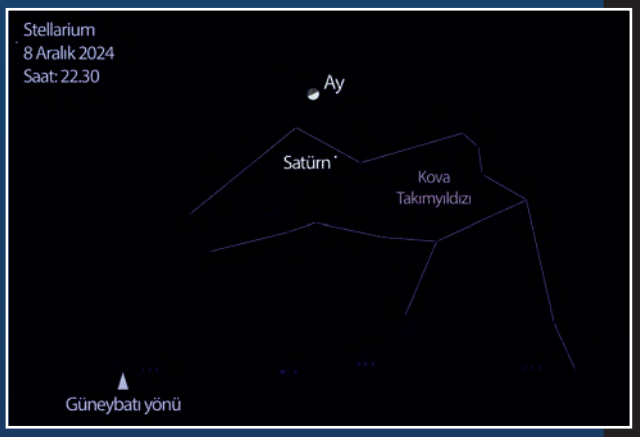
Mars, aralık ayının başında saat 21.30 civarı kuzeydoğu-doğu yönünde ufuktan doğuyor ve Güneş'in aydınlığında kaybolunceya kadar görülebiliyor. Mars, ayın ilerleyen günlerinde daha erken doğmaya başlıyor ve parlaklığı her geçen gün artıyor. 18 Aralık gecesi Mars'ı ve son dördün evresine yaklaşan Ay'ı, Yengeç Takımyıldızı'nda birbirine yakın görebilirsiniz.

Jüpiter

Aralık, Jüpiter gözlemi için 2024 yılının en uygun ayı. 7 Aralık'ta Jüpiter, karşı konuma geliyor. Jüpiter'in gözlem için son derece uygun olduğu bu konumda; Güneş, Dünya ve Jüpiter aynı hizadadır. Güneş ve Jüpiter, Dünya'nın karşılıklı olarak iki farklı tarafında bulunur. Jüpiter, karşı konuma geldiği bu günlerde aynı zamanda Dünya'ya en yakın konumda olacak.

Aralık ayı boyunca gökyüzünde son derece büyük ve parlak görünen Jüpiter, Güneş'in batışından sonra kuzeydoğu-doğu yönünde, ufkun hemen üzerinde ortaya çıkıyor ve Güneş'in doğuşuna kadar görülebiliyor. 14 Aralık akşamı Jüpiter'i ve dolunay evresine yaklaşan Ay'ı, Boğa Takımyıldızı'nda birbirine yakın görebilirsiniz.

Satürn



Satürn, aralık ayında gecenin ilk yarısında gökyüzünde. Ayın başında Güneş'in batışından sonra güneydoğu-güney yönünde, ufkun yaklaşık 40 derece üzerinde ortaya çıkan Satürn, gece yarısından kısa süre sonra batı yönünde ufuktan batıyor. Ayın ilerleyen günlerinde daha erken batmaya başlayan Satürn'ün görülebileceği süre de kısalıyor. 8 Aralık akşamı Satürn'ü ve ilk dördün evresindeki Ay'ı, güneybatı-batı yönünde ufkun üzerinde birbirine yakın görebilirsiniz.

Geminid (İkizler) Gök Taşı Yağmuru

Geminid (İkizler) gök taşı yağmuru, 13-14 Aralık gecesi en yüksek etkinliğe ulaşıyor. 11-20 Aralık arasında etkinliğini devam ettiren Geminid gök taşı yağmurunun en yüksek etkinliğe ulaştığı tarihte, saatte maksimum 120 gök taşı görülebilir. Ancak bu tarihte dolunay evresine gelmek üzere olan Ay, gök taşlarının fark edilmesini zorlaştırıyor. Geminid gök taşı yağmuru sırasında gök taşlarının gökyüzünde ortaya çıkıp etrafa dağılıyormuş gibi göründüğü nokta, yani saçılma noktası, İkizler Takımyıldızı'nın en parlak ikinci yıldızı olan Kastor'un çok yakınında. Saçılma noktası, Güneş'in batışından hemen sonra kuzeydoğu yönünde ufuktan doğuyor ve gün doğumuna kadar ufkun üzerinde kalıyor. Yılın en etkileyici gök taşı yağmurlarından biri olan Geminid gök taşı yağmuru, gökyüzünde bıraktığı renkli izlerle biliniyor.

Kış Gün Dönümü

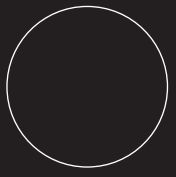
21 Aralık' ta kış gün dönümü gerçekleşiyor. Astronomik olarak Kuzey Yarım Küre için kış mevsiminin başlangıcı olarak kabul edilen bu tarihte Güneş ışınları, Oğlak Dönencesi'ne dik açıyla gelir.

Yeni ay
1 Aralık
Saat: 09.21

İlk dördün
8 Aralık
Saat: 18.27

Dolunay
15 Aralık
Saat: 12.02

Son dördün
23 Aralık
Saat: 01.18



Yeni ay
31 Aralık
Saat: 01.27

Yerberi
12 Aralık Saat: 16.18
365.360 km

Yeröte
24 Aralık Saat: 10.25
404.486 km

3200 Phaethon: Kuyruklu Yıldız Gibi Davranan Bir Asteroit

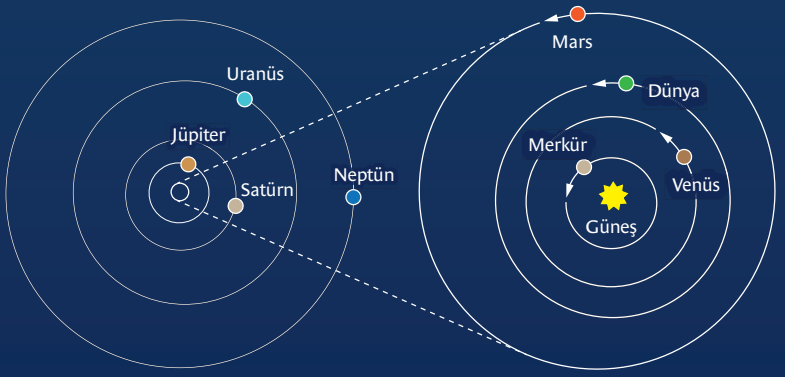
Geminid gök taşı yağmurunun kaynağı bir kuyruklu yıldız değil, 3200 Phaethon isimli bir asteroit. Asteroitler, büyük oranda kayaçlardan oluşan gök cisimleridir ve Güneş'in yakınından geçerken kuyruklu yıldızlara benzer şekilde izler bırakmamaları beklenir. Ancak yapılan gözlemler, 3200 Phaethon'un yörünge hareketi sırasında Güneş'in yakınından geçerken, etrafında kuyruk benzeri bir yapının oluştuğunu gösteriyor.

Yörüngesini yaklaşık 524 Dünya gününde tamamlayan 3200 Phaethon, bilinen asteroitler arasında yörünge hareketi sırasında Güneş'in en yakınından geçen asteroitlerden biri. 3200 Phaethon, elips şeklindeki yörüngesinde hareket ederken Güneş'in en yakınından geçtiği zamanlarda aralarındaki mesafe, yaklaşık 0,14 AB (1 AB yani astronomi birimi, Güneş ile Dünya arasındaki mesafeye eşittir ve yaklaşık 150 milyon kilometredir) yani 21 milyon kilometreye düşüyor. Bu süreçte 3200 Phaethon'un yüzey sıcaklığı, ~730 °C'ye ulaşıyor ve yüksek ısı, asteroitin yüzeyindeki maddelerin buharlaşmasına neden oluyor. Güneş'in yakınından geçerken 3200 Phaethon'un etrafında oluşan kuyruk benzeri yapının, buharlaşma sonucu yayılan bu maddelerden kaynaklandığı düşünülüyor.

Ayın Önemli Gök Olayları

1 Aralık Ay, yeni ay evresinde
5 Aralık Ay ve Venüs, yakın görünümde
6 Aralık Merkür, iç kavuşum konumunda
7 Aralık Jüpiter, karşı konumda
8 Aralık Ay ve Satürn, yakın görünümde
Ay, ilk dördün evresinde
12 Aralık Ay, Dünya'ya en yakın konumda (365.360 km)
14 Aralık Geminid (İkizler) gök taşı yağmuru, en yüksek etkinlik
Ay ve Jüpiter, yakın görünümde
15 Aralık Ay, dolunay evresinde
17 Aralık Ay ve Polluks, yakın görünümde
18 Aralık Ay ve Mars, yakın görünümde
20 Aralık Ay ve Regulus, yakın görünümde
21 Aralık Kış gün dönümü
23 Aralık Ay, son dördün evresinde
24 Aralık Merkür ve Antares, yakın görünümde
Ay, Dünya'ya en uzak konumda
Ay ve Spika, yakın görünümde
25 Aralık Merkür, en büyük batı uzanımı konumunda
28 Aralık Ay ve Antares, yakın görünümde
31 Aralık Ay, yeni ay evresinde

Aralık Ayında Gezegenlerin Birbirlerine Göre Yörüngelerindeki Konumları



Çizimdeki oklar, Güneş sisteminde yer alan iç gezegenlerin aralık ayında yörüngelerindeki hareketlerini gösteriyor. Dış gezegenlerin yörüngelerindeki konumları, ay içinde birbirine göre çok değişmediği için aralık ayının ortasındaki konumları, çizimde nokta şeklinde belirtilmiştir.

Kaynaklar

• Okuyan, O. ve Köseoğlu, D. K., "2024 Gök Olayları Yıllığı", *Bilim ve Teknik*, Sayı 674, 2024.
• "Observing October 2024", *Sky and Telescope*, Cilt 148, Sayı 6, 2024.
• Ratcliffe, M. ve Ling, A., "Sky This Month", *Astronomy*, Cilt 52, Sayı 12, s. 28-35, 2024.
• https://www.imo.net/resources/calendar/
• https://www.rmg.co.uk/stories/topics/geminid-meteor-shower-uk-dates-how-to-see
• https://www.nasa.gov/solar-system/asteroids-comet-like-tail-is-not-made-of-dust-solar-observatories-reveal/
• https://communities.springernature.com/posts/perihelion-paradox-of-3200-phaethon-the-unique-asteroid-which-behaves-like-a-comet

Düşünme Kulesi

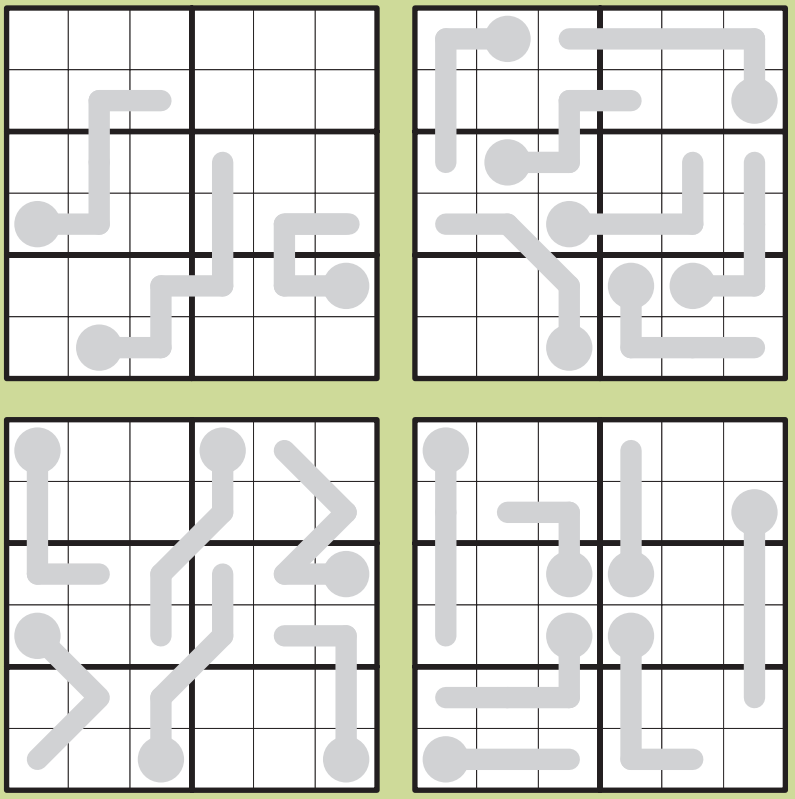
Ferhat Çalapkulu [*dusunme.kulesi@tubitak.gov.tr*

Ayın Oyunu:
Termometre Sudoku

Termometre Sudoku Oyununun Kuralları

Her satırda, her sütunda ve kalın çizgilerle belirlenmiş her bölgede 1'den 6'ya tüm rakamlar tam olarak bir kez yer alacak şekilde diyagramı doldurun.

Termometrelerde yer alan rakamlar, termometrenin başından (yuvarlak kısım) sonuna doğru artmalıdır.

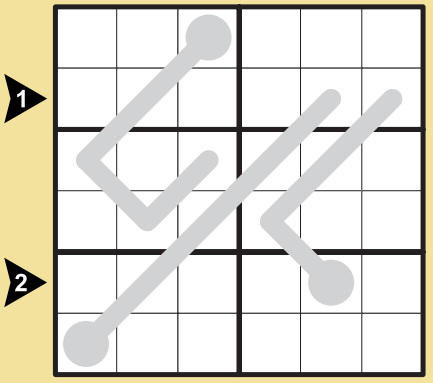


Termometre Sudoku - Örnek Çözüm

3	2	6	4	5	1
4	1	5	6	2	3
6	4	3	2	1	5
2	5	1	3	4	6
5	6	4	1	3	2
1	3	2	5	6	4

Ödüllü soru

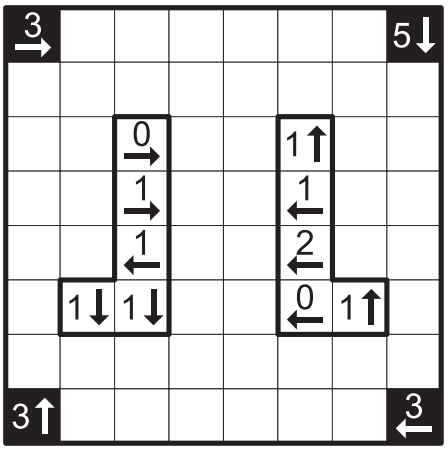
▼ Termometre Sudoku sorusunu çözüp ok doğrultusundaki içeriği yazarak ad, soyad, adres ve telefon bilgileri ile birlikte dusunme.kulesi@tubitak.gov.tr adresine gönderenler arasından çekilişle belirlenecek 10 kişiye TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları tarafından yayımlanmış *Derin Uzay - Güneş Sistemi'nin Ötesine Evren'in Sınırlarına Ve Zamanın Başlangıcına Bir Yolculuk* başlıklı kitap hediye edilecek. Çekiliş sonuçları dergimizin internet sitesinden ve sosyal medya hesaplarından önümüzdeki ayın ilk haftasında duyurulacak. Geçen ayın ödüllü İşlemsiz Kendoku sorusunu doğru yanıtlayan ve kitap ödülü kazanan okurlarımızın listesi internet sitemiz ve sosyal medya hesaplarımız üzerinden duyuruldu.

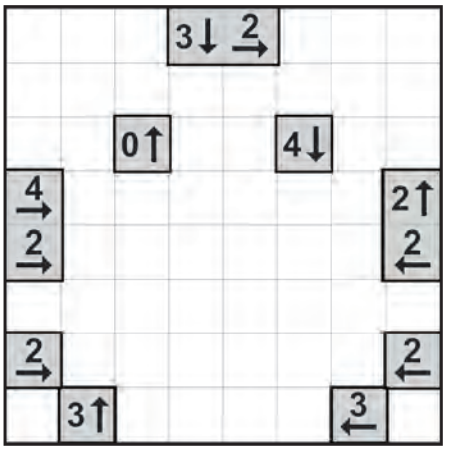


Ok doğrultusundaki içeriği yazın.
Örnek çözümün ilk satırı 326451 şeklinde yazılmalıdır.

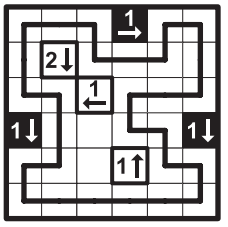
Bilim ve Teknik
tubitakbiltek
tubitakbilimteknik
bilimteknik.tubitak.gov.tr

Kale Duvarı: Tablodaki bazı boş hücrelerden geçen ve kendini kesmeyen kapalı tek bir yol oluşturun. Tablo, yolun parçası olamayacak kalın kenarlıklı bazı hücreler içerir. Siyah hücreler yolun dışında, beyaz hücreler ise (kalın kenarlıklı) yolun içinde olmalıdır. Sayılar ve oklar, verilen yöndeki yol parçalarının uzunluklarının toplamını ifade eder.

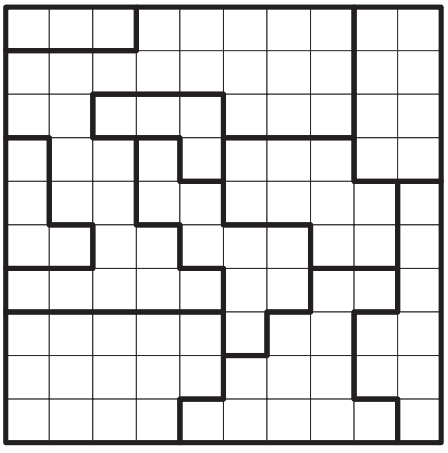


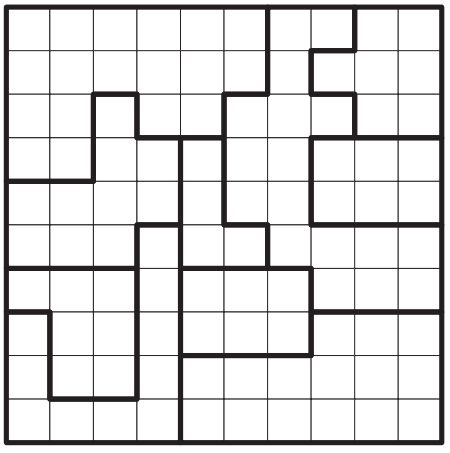


Kale Duvarı
Örnek Çözüm

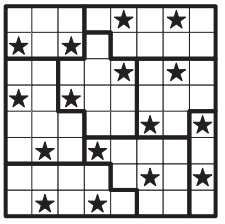


Yıldız Savaşları: Diyagramdaki her satıra, sütuna ve kapalı alana iki yıldız yerleştirin. Yıldızlar çaprazdan da olsa komşu karelerde olmamalıdır.

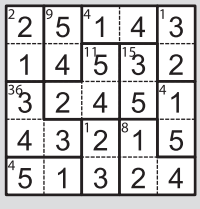


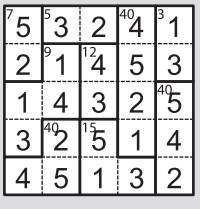


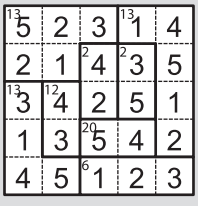
Yıldız Savaşları
Örnek Çözüm

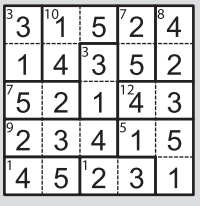


Geçen Sayının Çözümleri

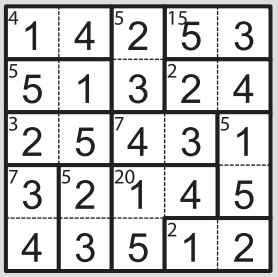




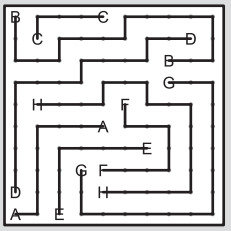


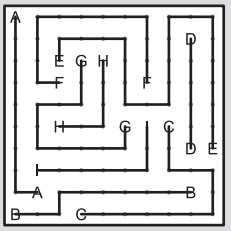


İşlemsiz Kendoku

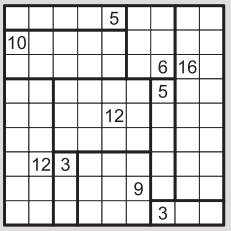


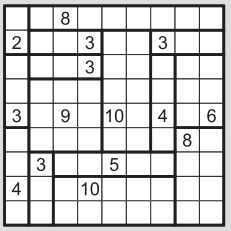
Ödüllü Soru:
İşlemsiz Kendoku





ABC Bağlamaca





Dörtgenle

Kıvanç Çefle [*btsatranc@tubitak.gov.tr*

Grotesk Satranç Kurguları

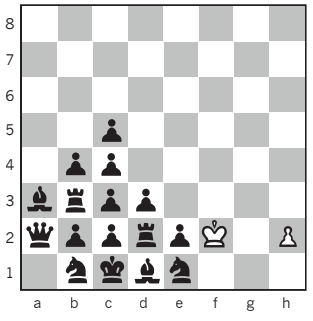
"Grotesk" kelimesini Türkçe'de tek başına karşılayan bir sözcük yok. Bir şeyin acayip, gülünç, bazen de itici olduğunu anlatmak için kullanılan bir kelime olduğunu söyleyebiliriz. Satrançta da öyle kurgular vardır ki, özellikle başlangıç konumu ya da içerik son derece sıra dışı ve bir oyunda gerçekleşmesi imkânsız gözükür. İşte bu tür kurgular "grotesk" olarak nitelendirilir. Bu tarz eserleri olan satranç etütçüleri arasında Henri Rinck, Andre Chéron, Aleksey Trotski ve problemcileri arasında da Samuel Loyd sayılabilir. Satrancın pratik yönüne önem veren bazı oyuncular bunları pek ciddiye almasalar da yakından incelediklerinde onlar da aslında bunların dikkate değer fikirler içerdiğini ve yaratıcılıklarını geliştirmeye katkıda bulunabileceğini kabul ederler.

Bu tarzın önemli temsilcilerinden biri Macar Otto Blathy'dir (1860-1939). Üniversitede öğrendiklerini yetersiz bularak özellikle elektrik alanında kendini sürekli geliştiren yetenekli mühendis Blathy, modern elektrik dönüştürücü (transformatör), gerilim regülatörü ve motor kapasitörleri gibi birçok buluşa imza atarak adını bilim ve teknoloji tarihine yazdırmıştır. Kurduğu sıra dışı satranç problemleriyle de kurgu alanında önemli bir yeri vardır. Aşağıda (Diyagram 1) onun tarzını gösteren tipik bir örnek görüyoruz.

Diyagram 1

Otto Titusz Blathy

The Chess Amateur, 1922



Beyaz oynar ve 16 hamlede mat eder.

Çözüme geçmeden önce pozisyonu değerlendirelim. Siyahın taşlarının eksiksiz olarak konumda yer aldığını, beyazın ise yalnızca şahı ve bir piyonu olduğunu görüyoruz. Buna karşılık materyal anlamında rakibini adeta ezip geçmiş gibi görünen siyah, kendi taşlarını tek parça bir kitle hâlinde tahtanın sol alt bölgesine yığmış; üstelik yalnızca veziri (o da a1-a2 kareleri üzerinde) ve e1'deki atı hareketli durumda. Gerçekten de "grotesk" nitelemesini hak eden bir konum. Nasıl bir oyunda böylesine acayip bir durum ortaya çıkabilir? Her şeye rağmen bu kurguda pratik oyunlarda da sık sık karşımıza çıkan tempo fikri ilginç bir şekilde işlenmiş.

Çözüm:

1. Şxe1

Bu hamle acilen oynanmalı, aksi takdirde 1...Af3/g2, 2...e1=V ve siyah kazanır. Şimdi siyahın tek hareketli taşı vezir.

1...Va1 2. h3!!

Problemin bütün önemi işte bu telaşsız hamlede. Biraz sonra

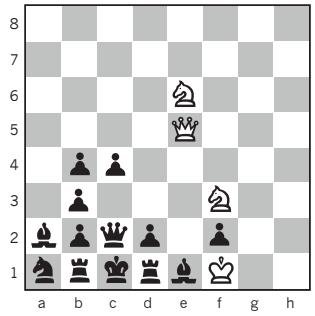
göstereceğimiz gibi daha çabuk kazanç getirecek gibi görünen 2. h4?? işe yaramazdı.

2…Va2 3. h4 Va1 4. h5 Va2 5. h6 Va1 6. h7 Va2 7. h8=A! Va1 8. Af7 Va2 9. Ad8 Va1 10. Ae6 Va2 11. Axc5 Va1 14. Axc4 Va2 15. Aa5 Va1 16. Axb3#.

Peki beyaz 2 h4?? oynasaydı ne olurdu? 2…Va2 3. h5 Va1 4. h6 Va2 5. h7 Va1 6. h8=A Va2 7. Af7 Va1 8. Ad8 Va2 9. Ae6 Va1 10. Axc5 Va2 11. Ae4 Va1 12. Ad6 Va2 13. Axc4 Va1 14. Aa5 Va2. At, bekleme hamlesi yapamayan bir taş olduğundan siyah vezir a1'de olduğu sırada Axb3 hamlesini yapamaz ve siyah mat edilemezdi.

İkinci örneğimiz zarif etütleriyle tanınmış kurgucu Tigran Gorgiev'den (1910-1976). Açık ve doğal görünümlü yapıtlarıyla bilinen Gorgiev burada grotesk bir konumla karşımıza çıkıyor.

Diyagram 2
Tigran Gorgiev
Schach-Echo, 1969
Üçüncülük Ödülü



Beyaz oynar ve berabere kalır.

Siyahın açık bir taş üstünlüğü var. Ne var ki taşları son derece sıkışık bir durumda. Beyazın tek şansı bu sıkışıklıktan yararlanmak ve siyahın taşlarının serbest kalmasına fırsat vermemek. Örneğin 1. Aed4 yanlış olurdu: 1…Vd3+ 2. Ae2+ Vxe2! 3. Vxe2 Ac2 4. Vxc4 Ka1 5. Ae5 Şb1 6. Ve4 Kc1 ve 7…e1=V dizisinden sonra siyah kazanır. Çözüm şöyle:

1. Af4 Vd3+! 2. Axd3

2…Şc2 3. Axb4+ Şc1 4. Ad4 c3 5. Ae2#

2…cxd3 3. Vc3+!! bxc3

3…Ac2 4. Ae5 Ka1 5. Axd3+ Şb1 6. Vxb2#

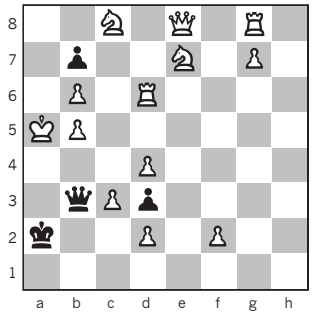
4. Ae5! Şc1 5. Ac4! Şc1

5…Kbc1 Aa3#; 5…Kdc1 Ae3#.

6. Ae5 Şc2 7. Ac4 ve hamle tekrarıyla beraberlik.

Tarafların karşılıklı olarak vezirlerini feda ettiği, dramatik anlarla dolu bir etüt… Son olarak grotesk tarzın günümüzdeki önemli temsilcilerinden Boris Sidorov'un bir etüdünü sunuyoruz.

Diyagram 3
Boris Sidorov
Şahmati v SSSR, 1984
Özel Şeref Mansiyonu



Beyaz oynar ve kazanır.

Burada beyazın büyük bir taş üstünlüğü var ancak kendi şahı çok tehlikeli bir konumda: siyah Va3# ile mat tehdidi yapıyor.

Çözüm:

1. Vf7

Beyaz, siyah veziri açmaza alarak mat tehdidini şimdilik engelliyor.

1…Şa1 2. Vc4!

2. Vxb3?? oynasaydı pat olurdu.

2…Vxc4 3. Kc6 Vb3

Yine Va3# tehdidi.

4. Kc4 Vxc4 5. Ad6 Vb3 6. Ac4 Vxc4 7. Kc8 Vb3 8. Kc4 Vcx4 9. g8=F!!

Beklenmedik bir final! Kuşatma altındaki siyah vezir düşer ve beyaz kazanır. Eğer 9. g8=V? Vb3 10. Vxb3 pat.

Umarız sunduğumuz grotesk yapıtlar ilginizi çekmiştir. Ayın soruları da elbette aynı tarzda olacak.

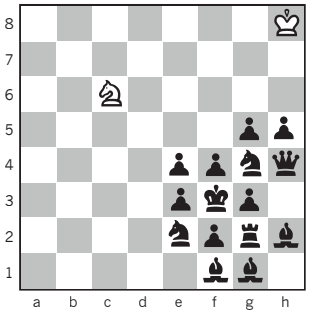
ngupakarti / iStock

Ayın Soruları

Diyagram 4

Karl Fabel

Die Schwalbe, 1952



Beyaz oynar ve 12 hamlede mat eder.

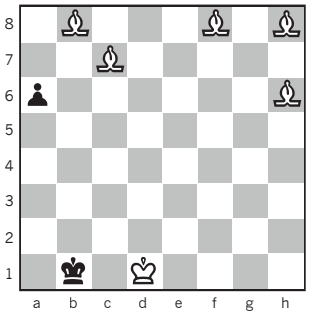
İpucu: Beyaz şah, siyah vezir h3'te olduğu sırada g5 piyonunu almalı. O zaman vezir h4'e gelecek ve beyaz Şxh4 hamlesini yapacak. Siyah zorunlu olarak atlarından birini oynayacak (zugzwang) ve beyaz da Ad4# ya da Ae5# ile mat edecek. Plan basit gibi görünse de beyazın düşmemesi gereken tuzaklar var.

Not: Bu problemde siyahın üç fili var, daha önce bir piyonun file terfi etmesiyle bu mümkün olabilir.

Diyagram 5

Aleksey Troitski

Bohemia, 1915



Beyaz oynar ve kazanır.

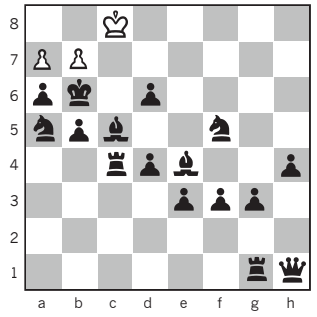
Burada da beyazın hepsi de siyah kareler üzerinde hareket eden 5 fili var. Buna rağmen kazanmanın bir yolunu buluyor.

Diyagram 6

Ernest Pogosyantz

Nedelni listi, 1963

Beyaz oynar ve kazanır.



Çözmesi kolay ve eğlenceli bir soru.

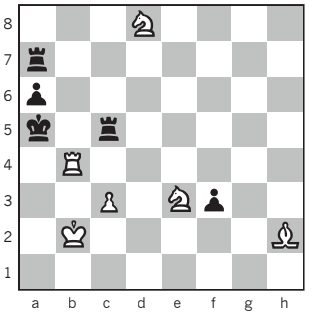
Geçen Ay Sorulan Problemlerin Çözümleri

Geçen ay sizlere Plachutta ve Holzhausen kesişimlerini tanıtmış ve bu motiflerin kullanıldığı iki problem sormuştuk. Şimdi bunların çözümlerini veriyoruz.

Diyagram 7

Andre Chéron

Le Journal de Leysin, 1911



Beyaz oynar ve beş hamlede mat eder.

Chéron'un probleminde a7'deki kale Ab7# ve c5'teki kale de Ac4# ve Ac6# matlarını engelliyor. Ama kesişim karesi olan c7 üzerinde 1. Fc7 ile hemen taş feda etmek bu aşamada hiçbir işe yaramaz. Önce kaleleri birbirlerinin yolunu kesecekleri bir konuma zorlamak gerek. Yani bir hazırlık manevrası gerekiyor:

1. Fd6!

Tehdit 2. Fxc5 ve 3. Ac6#/ Ac4#/Fb6#.

1…Kc8 2. Fb8! Kd7

İşte şimdi şartlar oluştu, Plachutta geliyor:

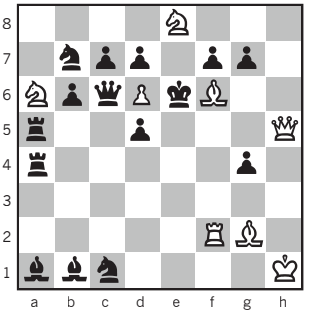
3. Fc7+! Kcxc7 4. Ab7+ Kxb7 5. Ac4#;3…Kdxc7 4. Ac4+ Kxc4 5. Ab7#.

Diyagram 8

Aleksandr Grin

British Chess Magazine, 1967

Şeref Mansiyonu



Beyaz oynar ve üç hamlede mat eder.

Çözüm: **1. Vg5!** (tehdit 2. Axg7+ Şxd6 3. Fe7#)

a)1…Vc2 2. Vf5+ Vxf5 3. Aaxc7#;

b)1…Vc3 2. Ve5+ Vxe5 3. Aac7#;

c)1…Vc4 2. Vxg4+ Vxg4 3. Aaxc7#;

d)1…Vc5 2. Vxd5+ Vxd5 3. Aaxc7#;

e)1…gxf6 2. Kxf6+ Fxf6 3. Vxf6#

Bu problemin 4 tematik varyantında (a-d) siyah vezir diğer siyah taşların (a1 ve b1'deki fillerin ve a4 ve a5'teki kalelerin) yolunu kesiyor, yani burada Holzhausen kesişimini görüyoruz.

Ayın Sorusu

Prof. Dr. Azer Kerimov [*bteknik@tubitak.gov.tr*

Bilkent Üniversitesi Fen Fakültesi
Matematik Bölümü

Soruyu çözüp cevabı ad, soyad, adres ve telefon bilgileri ile birlikte bteknik@tubitak.gov.tr adresine gönderenler arasından çekilişle belirlenecek beş kişiye TÜBİTAK Popüler Bilim Yayınları'ndan bir kitap hediye edeceğiz:

Bu ay:
Şu Matematik Dedikleri...

Çözümü ile birlikte gönderilmeyen cevaplar değerlendirmeye alınmayacaktır.

Doğru çözüm ve çekiliş sonuçları dergimizin internet sitesinden ve sosyal medya hesaplarından önümüzdeki ayın ilk haftasında duyurulacaktır.

Bilim ve Teknik
tubitakbiltek
tubitakbilimteknik
bilimteknik.tubitak.gov.tr

Üç Cücenin Sihirli Değnek Kullanarak Ormana Ulaşma Süresi

Cücelerin yaşadıkları çiftliği ziyaret eden Keloğlan bir koşu etkinliği düzenler. Koşu etkinliğine katılacak takıma çiftlikteki en hızlı koşan üç cüce seçilir. Seçilmiş cücelerden birincisi saniyede 3 metre, ikincisi saniyede 2,5 metre ve üçüncüsü de saniyede 2 metre yol kat ediyor.

Koşu takımının amacı çiftlikten ormana kadar uzanan 850 metrelik yolu kullanarak mümkün olan en kısa sürede ormana ulaşmaktır. Kurallara göre, takımın ormana ulaşma süresi takımdaki üç cüceden ormana en geç ulaşan cüce ya da cücelerin ormana ulaşım süresidir (üç cüceden önce biri ve daha sonra aynı anda ikisi ya da aynı anda üçü ormana ulaşırsa, takımın ulaşım süresi ormana aynı anda ulaşan iki ya da üç cücenin süresi olur).

Keloğlan koşu etkinliğini daha eğlenceli kılmak ve takımdaki cücelerin ormana ulaşım süresini biraz azaltmak amacıyla cücelere bir sihirli değnek verir. Bu sihirli değneği aynı anda sadece bir cüce kullanabiliyor. Takımdaki üç cüceden her biri sihirli değneği elinde bulundurduğu süre boyunca saniyede 10 metre yol kat etme yeteneğine ulaşıyor (değneği elinde tutan cücenin hızı onun koşu yeteneğinden bağımsızdır).

Kurallara göre, koşu başlarken sihirli değneği cücelerden -onların karar verecekleri- biri kullanacaktır. Bu cüce sihirli değnekle bir süre koştuktan sonra değneği yere bırakıp duraksamadan koşusuna devam edecektir. Bundan sonra sihirli değneğin bulunduğu yere ulaşan cücelerden diğeri duraksamadan değneği yerden alıp yine bir süre kullanacak ve bundan sonra değneği yine yere bırakacaktır. Son olarak sihirli değneğin bulunduğu yere ulaşan üçüncü cüce de yine duraksamadan değneği yerden alıp koşusuna devam edecektir. Cücelerin sihirli değneği hem yere bıraktıklarında hem de yerden aldıklarında herhangi bir ek zaman kaybetmedikleri varsayılıyor.

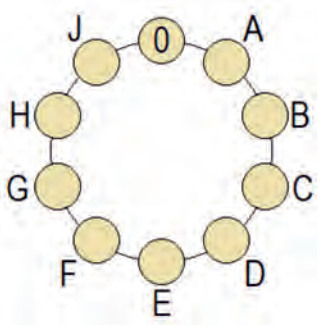
Kurallara göre, cücelerden her biri sihirli değneği tam olarak bir kez kullanıyor. Cüceler yön değiştirmeden sadece çiftlikten ormana doğru koşuyorlar. Cücelerin sihirli değneği kullanma sürelerinde bir kısıtlama bulunmuyor. Birbirlerinin koşu hızlarını bilen takımdaki üç cüce koşu etkinliği başlamadan kendi aralarında takımın ormana ulaşımını mümkün olan en kısa sürede sağlaması için en iyi stratejiyi oluşturuyorlar. Buna göre, cüceler koşunun başlangıcında sihirli değneği hangi cücenin alacağına, her cücenin ne zaman ve hangi süre boyunca değneği kullanacağına koşu başlamadan karar veriyorlar.

Buna göre, koşu takımının cücelerin daha önceden belirlediği en iyi stratejiyi kullanarak ormana en az kaç saniye sonucunda ulaşabileceğini bulunuz. Takımın ormana ulaşma süresinin belirlediğiniz süreden daha kısa olmasının neden mümkün olmadığını gösteriniz.

Zekâ Oyunları

Emrehan Halıcı [*zeka.oyunlari@tubitak.gov.tr*

RAKAM ÇEMBERİ



0'dan 9'a kadar olan 10 rakamın her birini dairelere öyle yerleştiriniz ki;

-Yan yana bulunan tüm daire çiftlerinde büyük sayıyla küçük sayı arasındaki fark 2'den büyük olsun.

-Aşağıdaki eşitlikler sağlansın:

A=G+J
C=E+H
D=B+3

Not: 0 rakamı önceden yerleştirilmiştir.

FAKTÖRİYEL

X ve Y ardışık iki sayıdır. Y! sayısının sonundaki 0 sayısı X! sayısının sonundaki sıfır sayısından iki adet fazladır. Y sayısı en az kaç olabilir?

ALANLARI SIRALA

Çevreleri eşit olan bir dairenin, bir eşkenar üçgenin ve bir karenin alanlarını büyüklüklerine göre sıralayınız.

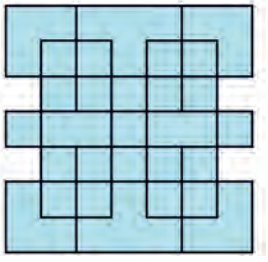
TEK-ÇİFT

1000'den küçük doğal sayılar dikkate alındığında tüm çift sayıların toplamı Y, tüm tek sayıların toplamı ise Z olsun.

Aşağıdakilerden hangisi doğrudur?

A.Y>Z
B.Y=Z
C.Y<Z

DÖRTGENLERİ SAY



Bu şekilde kaç adet dörtgen sayabilirsiniz?

Not: Tüm boyutlardaki dörtgenler dikkate alınmalıdır.

DESTELER

16 adet kartı destelere öyle ayırınız ki, destelerdeki kart sayılarının çarpımı maksimum olsun.

EŞİT TOPLAMLAR

40	43	96	71	87	85	51	93	91

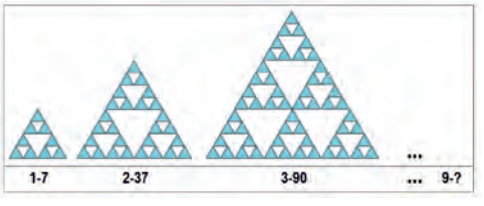
Dokuz sayıdan ikisini silerek geriye kalan yedi sayıyı öyle iki gruba ayırınız ki, bu iki gruptaki sayıların toplamları aynı olsun.

RENKLİ TOPLAR

Sadece renkleri farklı olan 12 topun 5'i kırmızı, 4'ü mavi, 3'ü de beyaz renktedir. Bu topları 3 farklı kutuya yerleştireceksiniz. Her kutuda en az iki topun farklı renkte olması istendiğine göre bu iş kaç farklı biçimde yapılabilir?

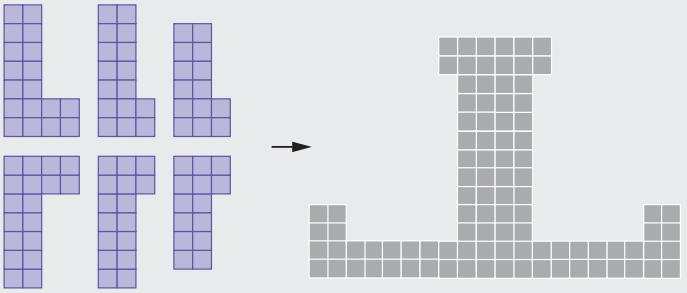
SORU İŞARETİ

Soru işaretinin yerine hangi sayı gelecek?



ALTI "L"

Altı "L" parçasını bir araya getirerek sağdaki şekli elde ediniz.
Parçalar döndürülebilir ve ters çevrilebilir.



GEÇEN SAYININ ÇÖZÜMLERİ

PİYONLU DOĞRULAR

11 olabilir.
Üç piyonun bir doğru üzerinde olmadığı maksimum piyon sayısı 10'dur. Bir örnek aşağıda verilmiştir. On birinci piyon nereye konursa konulsun üç piyonlu bir doğru elde edilir.

RAKAMLAR

1666
950-716=234
950+716=1666

SIRALI TOPLAMLAR

3/2 olabilir.
K<L<M<N olduğu için en küçük iki toplam ve en büyük iki toplam bellidir. Diğer iki toplam için iki seçenek vardır.

K+L	4	4
K+M	5	5
K+N	6	7
L+M	7	6
L+N	8	8
M+N	9	9

Bu iki seçeneğe göre iki çözüm elde edilir: (K=1, L=3, M=4, N=5) ve (K=3/2, L=5/2, M=7/2, N=11/2)

En küçük sayı ikinci çözümde daha büyük olduğundan cevap 3/2'dir.

ORTADAKİ SAYI

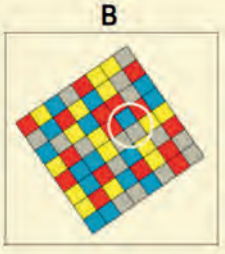
601
Toplamları 1999 olan 4 seçenek var.
Hepsinde de ortadaki sayı 601'dir.

923+601+475=1999
925+601+473=1999
973+601+425=1999
975+601+423=1999

ÇARPMA

$$\begin{array}{r} 63492 \\ \times \quad 7 \\ \hline 444444 \end{array}$$

HANGİSİ FARKLI



B farklıdır. Tüm şekiller aynı tablonun değişik biçimde döndürülmesinden elde edilmiştir. B şıkkındaki tabloda mavi ve gri renkli kareler yer değiştirmelidir.

KONİ BARDAK

E şıkkı.
Koninin hacmi:

$$V = \frac{1}{3}\pi r^2 h$$

Bardağın yüksekliği 10 birim olduğu için dolu

$$V_{dolu} = \frac{10}{3}\pi r^2$$

bardağın hacmi:
Bardakta x birim yükseklikteki meyve suyunun yarıçapı:

$$r_{meyve\ suyu} = \frac{r.x}{10}$$

$$V_{meyve\ suyu} = \frac{x}{3}\pi\left(\frac{r.x}{10}\right)^2 = \frac{\pi r^2 x^3}{300}$$

$$\frac{V_{meyve\ suyu}}{V_{dolu}} = \frac{x^3}{1000}$$

	Yükseklik x	Doluluk Yüzdesi
I	5	12.5
II	6	21.6
III	7	34.3
IV	8	51.2

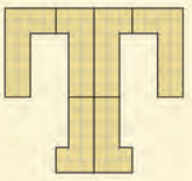
		Doluluk Yüzdesi
A	I+IV	62.5
B	II+IV	71.6
C	III+III	68.6
D	III+IV	84.3
E	IV+IV	102.4

99 KART

81 kart seçmeniz gerekir.
En kötü olasılıkla 5'e bölünen sayıların olduğu 19 kart (5, 10, 15, …, 90, 95) dışındaki 80 kart çekilmiş olsun. Seksen birinci çekilecek kart ne olursa olsun birbirini takip eden 5 sayı elde edilecektir.

NOKTALAR

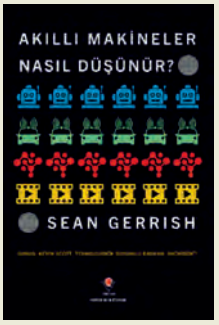
ALTI "L"



Yayın Dünyası

İlay Çelik Sezer [*TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*

Akıllı Makineler Nasıl Düşünür?

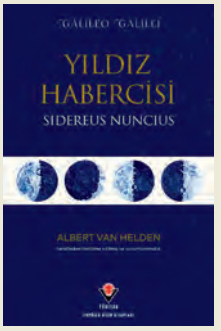


Sean Gerrish
Çeviri: Murat Erenel

TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları,
Yetişkin Kitaplığı, 2024 (1. Basım)

Sürücüsüz araçlar sokaklarda dolaşıyor, bir algoritma size film önerileri sunuyor, IBM'in Watson'ı, Jeopardy!'de çaresiz kalan insan beynine karşı zafer kazanıyor, bilgisayar programları Atari oyunları oynamak üzere eğitilebiliyor... Peki ama tüm bunlar nasıl oluyor? Bu kitap günümüz makinelerini bu kadar akıllı hâle getiren yapay zekâ ve makine öğrenmesi alanındaki çığır açan gelişmelere ilgi çekici ve anlaşılır bir bakış sunuyor. Gerrish, akıllı makinelerin dünyayı algılamasını ve dünyayla etkileşime girmesini sağlayan bazı temel fikirleri özetliyor. Sürücüsüz araçların yollarda olmasını ve kalabalık şehirlerde gezinmesini sağlayan yazılım mimarisini; Netflix'in daha iyi bir öneri motoru için açtığı milyon dolarlık yarışmayı ve programcıların bir köpeği eğitir gibi, ödüller vererek bilgisayarları nasıl eğittiklerini anlatıyor. Yapay sinir ağlarının bilgisayarların dünyayı algılamasını ve Atari video oyunlarını insanlardan daha iyi oynamasını nasıl sağladığını açıklıyor. Watson'ın ünlü Jeopardy! zaferini tartışıyor, Go ve satranç gibi strateji oyunlarında dünya şampiyonlarını yenen AlphaGo ve Deep Blue'nun arka planını inceliyor. Ne var ki bilgisayarlar henüz her şeyde ustalaşmış değil; Gerrish, akıllı makineleri geliştirmenin zorluklarını da özetliyor.

Yıldız Habercisi - Sidereus Nuncius



Galileo Galilei
Çeviri: İbrahim Pür

TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları,
Yetişkin Kitaplığı, 2024 (1. Basım)

Galileo 1608 yılında Avrupa'da ortaya çıkan iptidai "dürbünleri" ustalıkla geliştirmiş ve 1609 yılının sonbaharında yirmi kat büyüten dürbününü gökyüzüne çevirmişti. Bu yeni alet ve Galileo'nun bunu zekice kullanması şaşırtıcı görüntüleri ortaya çıkardı: Ay'ın üzerindeki dağlar, çıplak gözle görülemeyen sabit yıldızlar, gök adamızdaki bireysel yıldızlar ve Jüpiter gezegeninin etrafındaki dört uydu. Bu keşifler, Dünya merkezli ve Güneş merkezli gökbilim arasındaki tartışmanın şartlarını değiştirdi ve Kopernik gezegen sisteminin sonunda kabul edilmesine yardımcı oldu. Van Helden, Galileo'nun dürbünü nasıl geliştirdiğine ve optik kusurlar, hatalı monte ve sınırlı görüş alanı gibi şu anda aşina olduğumuz sorunlara ilk defa değindiğini belirtmekte ve Galileo'nun bulgularını bildiren ilk mektuplarından da alıntılar yapmaktadır. Bu kitap, hem Galileo'nun heyecanını ve dikkatli yöntemlerini aktarıyor, hem de Van Helden'in yazdığı sonuç kısmı halkın o yıllardaki istekli ilgisini, teleskopun gerçekliği hakkındaki şüphelerini, Johannes Kepler'in heyecanlı tepkisini, Galileo'nun Satürn'ün şekli ve Venüs'ün evreleri için yaptığı sürekli gözlemleri, hem teleskopun hem de Galileo'nun keşiflerinin önde gelen Cizvit matematikçiler tarafından onaylanması gibi birçok olayın da tarihçesini veriyor.